



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



University Twinning
and Networking
Programme

87-ма Міжнародна наукова конференція студентів університету. Секція кафедри ЕКОЛОГІЇ



Збірка матеріалів конференції

Харків
2025

**Харківський національний автомобільно-
дорожній університет**

Кафедра екології

Кафедра ЮНЕСКО «Екологічно чисті технології»

ЗБІРКА МАТЕРІАЛІВ

**87-ї Міжнародної наукової конференції студентів
університету.**

Секція кафедри ЕКОЛОГІЇ

10 квітня 2025, Харків

**87-th International Scientific Conference of University
Students.**

Section of the Department of ECOLOGY

10 April 2025, Kharkiv

Харків, ХНАДУ, 2025

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗМІН КЛІМАТУ

*Барун М.В., к.е.н., доц.,
Божко В., здобувач першого рівня вищої освіти.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна
viktoriaboisko004@gmail.com*

Зміни клімату є однією з найважливіших глобальних проблем сучасності, що впливає як на екологічні, так і на економічні аспекти суспільства. Еколого-економічні аспекти змін клімату охоплюють взаємозв'язок між екологічними змінами та економічними процесами, включаючи вплив кліматичних змін на економіку та вплив економічної діяльності на клімат.

Науковий консенсус щодо зміни клімату однозначний, оскільки є докази того, що людська діяльність є основною рушійною силою підвищення глобальної температури та пов'язаного з цим впливу на навколишнє середовище. Окрім прямих екологічних наслідків, зміна клімату має серйозні економічні наслідки, впливаючи на такі сектори, як сільське господарство, інфраструктура, туризм та охорона здоров'я [1].

Вплив зміни клімату проявляється різними способами, включаючи підвищення рівня моря, збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ (наприклад, хвилі спеки, посухи, повені) і зміни в продуктивності сільського господарства. Ці впливи можуть мати значні економічні наслідки:

1. Сільське господарство: зміни клімату можуть порушити сільськогосподарське виробництво, що призведе до зниження врожайності, неврожаю та зростання цін на продукти харчування. Дослідження показують, що підвищення температури та зміна режиму опадів може значно зменшити сільськогосподарську продукцію в багатьох регіонах, особливо в країнах, що розвиваються, залежних від богарного землеробства;

2. Інфраструктура: екстремальні погодні явища можуть пошкодити інфраструктуру, зокрема дороги, мости, електромережі та системи водопостачання. Витрати на ремонт і заміну пошкодженої інфраструктури можуть бути значними, створюючи тягар для державних фінансів і перешкоджаючи економічному розвитку;

3 Туризм: зміна клімату може негативно вплинути на туристичні напрямки, особливо ті, що залежать від природних ресурсів, таких як пляжі, коралові рифи та гірськолижні курорти. Підвищення рівня моря, берегова ерозія та зменшення снігового покриву можуть знизити привабливість цих напрямків, що призведе до зменшення доходів від туризму;

4 Здоров'я: зміна клімату може загострити існуючі проблеми зі здоров'ям і створити нові, збільшуючи навантаження на системи охорони здоров'я. Хвилі спеки, забруднення повітря та поширення трансмісивних

хвороб можуть призвести до підвищення рівня захворювань і смертності, що призводить до збільшення витрат на охорону здоров'я та зниження продуктивності праці;

5. Продуктивність праці: підвищення температури може безпосередньо вплинути на продуктивність праці, особливо для працівників, які працюють на відкритому повітрі. Дослідження показали, що тепловий стрес може знизити ефективність працівників і збільшити ризик нещасних випадків, що призводить до економічних втрат [1].

Однак економічні наслідки являють собою лише один аспект багатогранної кризи, викликаной зміною клімату. Самі основи благополуччя людини нерозривно пов'язані зі здоров'ям і стійкістю екосистем планети. Вплив кліматичних змін виходить далеко за межі економічної сфери, спричиняючи фундаментальні трансформації в природних системах.

Зміна клімату глибоко змінює екосистеми в усьому світі, що призводить до каскаду екологічних наслідків. Підвищення температури, зміна режиму опадів і підвищення концентрації вуглекислого газу в атмосфері впливають на поширення видів, структуру екосистеми та функціонування основних екологічних процесів. Ці наслідки загрожують біорізноманіттю, екосистемним послугам і довгостроковій стійкості природних систем.

1. Зміна розподілу видів: із підвищенням температури багато видів переміщують свої географічні ареали у бік вищих широт або висот у пошуках відповідних середовищ існування. Однак деякі види можуть бути не в змозі мігрувати досить швидко, щоб встигати за зміною клімату, що призводить до скорочення ареалу або навіть до вимирання;

2. Порушення екосистеми: зміна клімату може порушити синхронізацію біологічних подій, таких як цвітіння, міграція та розмноження, що призводить до невідповідності між видами та їхніми ресурсами. Це може мати каскадні ефекти по всій харчовій мережі, дестабілізуючи екосистеми та знижуючи їх стійкість до інших стресових факторів;

3. Підкислення океану: поглинання надлишку вуглекислого газу океанами спричиняє їхнє закислення, що загрожує морським екосистемам, зокрема кораловим рифам і молюскам. Підкислення океану може погіршити здатність морських організмів будувати та підтримувати свої раковини та скелети, що призводить до зменшення популяцій та зміни динаміки харчової мережі;

4. Збільшення частоти та інтенсивності збурень: зміна клімату збільшує частоту та інтенсивність збурень, таких як лісові пожежі, посухи та повені. Ці порушення можуть завдати широкомасштабної шкоди екосистемам, змінюючи їхню структуру та склад і знижуючи їх здатність надавати основні послуги;

5. Втрата біорізноманіття: сукупні наслідки зміни клімату сприяють глобальній кризі біорізноманіття, коли багато видів стикаються з підвищеним ризиком зникнення. Втрата біорізноманіття може мати серйозні наслідки для

функціонування екосистем, знижуючи стійкість екосистем до зміни клімату та інших стресових факторів [1].

Можна впевнено сказати, що зміна клімату – це не лише екологічна проблема, а криза розвитку. Традиційні економічні моделі, які не враховують кліматичні ризики, стають все більш неспроможними, особливо для країн, які залежать від чутливих до клімату секторів, таких як сільське господарство та туризм. Зміна клімату більше не є лише екологічною проблемою, це основна перешкода для економічного розвитку, особливо для країн, що розвиваються. Це впливає на продуктивність, інфраструктуру та загальну стабільність.

Вирішення цієї проблеми вимагає фундаментального перегляду економічного розвитку, надавши пріоритет інклюзивності та стійкості до зміни клімату. Це передбачає інвестиції в технології з низьким вмістом вуглецю, сприяння сталому сільському господарству та створення стійкої інфраструктури, здатної протистояти наслідкам зміни клімату.

Шлях вперед вимагає просування «інклюзивних і стійких до клімату моделей розвитку», які можуть забезпечити справедливий доступ до ресурсів, стимулювати інновації та сприяти сталому зростанню.

Зміна клімату віщує фундаментальну еволюцію того, що розуміється як основна проблема економічного розвитку. Історично таким викликом було позбавлення. Домогосподарствам, громадам чи урядам бракувало ресурсів, необхідних для задоволення основних потреб людей і надання їм можливості процвітати. Сьогодні виклик дедалі більше полягає в незахищеності. В епоху, коли потрясіння, локальні чи глобальні за масштабом, стали частішими та інтенсивнішими, домогосподарствам, громадам та урядам бракує засобів для захисту себе та ресурсів, які вони накопичили [2].

Наслідки кліматичних змін зачіпають усі аспекти життя, проте саме усвідомлення цієї загрози відкриває можливості для впровадження інноваційних рішень та побудови стійкішої економіки.

Перехід до низьковуглецевого розвитку, адаптація до нових екологічних реалій та глобальна співпраця — ключові фактори, що допоможуть мінімізувати негативний вплив та створити умови для гармонійного співіснування людини й природи. Від нашої здатності діяти сьогодні залежить те, яким буде світ завтра.

Перелік посилань

1. Economic Development in an Era of Climate Change. URL: <https://carnegieendowment.org/research/2023/01/economic-development-in-an-era-of-climate-change?lang=en>
2. The Economic Impacts of Climate Change. URL: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1093/reep/rex027?journalCode=reep>

З ПОПЕЛУ ВІЙНИ ДО СТАБІЛЬНОГО ВІДНОВЛЕННЯ: ТЕХНОЛОГІЇ ЯК КЛЮЧ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ

*Барун М.В., доц., к.е.н.,
Сосновський С.Є., здобувач третього рівня вищої освіти.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна
Seregason@gmail.com*

Війна в Україні, що триває з 2014 року та загострилася у 2022 році, спричинила не лише гуманітарну кризу, але й серйозні екологічні проблеми. Руйнування інфраструктури, бойові дії та використання небезпечних речовин призвели до масштабного забруднення довкілля.

За оцінками Міністерства захисту довкілля України, станом на 2024 рік екологічні збитки перевищують 1,5 трлн грн., і це лише внаслідок підриву росіянами греблі Каховської ГЕС [1]. Сучасні технології можуть допомогти оцінити масштаби руйнувань і знайти шляхи відновлення. Актуальність теми зумовлена необхідністю реагування на екологічну кризу та пошуку рішень для сталого розвитку.

Бойові дії призвели до руйнування водоочисних споруд, каналізаційних систем і промислових об'єктів, що спричинило забруднення річок, озер і ґрунтових вод. Витік нафтопродуктів, хімічних речовин і важких металів із пошкоджених заводів і складів посилив проблеми.

Руйнування Каховської ГЕС, вважається однією з найбільших техногенних і екологічних катастроф в історії сучасної України. Гребля, розташована в Новій Каховці Херсонської області, утримувала Каховське водосховище об'ємом 18 км³, яке забезпечувало водою значну частину південної України, після підриву дамби російським силам, було затоплено близько 620 тис. га земель у нижній течії Дніпра. Це підтверджується у звіті (UNEP) за 2023 рік, де зазначається, що повінь охопила 600 км² у Херсонській області, спричинивши масове переміщення населення та знищення інфраструктури [2].

Війна призвела до масштабного забруднення ґрунтів токсичними речовинами, зокрема важкими металами, залишками вибухових речовин і нафтопродуктами. Руйнування складів із хімікатами та військової техніки спричинило викид небезпечних сполук, що значно погіршило стан довкілля. Такі види забруднення не лише знижують родючість ґрунтів, а й створюють серйозні загрози для сільськогосподарського виробництва. Останні дослідження свідчать, що в районах бойових дій концентрація токсичних речовин у кілька разів перевищує допустимі норми, а кислотність ґрунтів залишається на підвищеному рівні. Зокрема, сильне забруднення паливно-мастильними матеріалами суттєво змінює хімічні та фізичні властивості ґрунту,

спричиняючи деградацію екосистем, у яких виживають лише найбільш стійкі види флори та фауни. [3].

Вибухи, пожежі та руйнування промислових об'єктів призвели до значних викидів шкідливих речовин у повітря.

Як зазначається у звіті (ВООЗ) за 2023 рік, у зонах конфлікту концентрація дрібнодисперсного пилу (PM 2.5) у 5-7 разів перевищує допустиму норму, що сприяє виникненню респіраторних захворювань та посиленню кліматичних змін [4].

Також було завдано значної шкоди біорізноманіттю України. Знищення природних заповідників і лісів через пожежі та мінні поля ставить під загрозу існування унікальних екосистем.

Згідно з дослідженням Української природоохоронної групи (UNCG) понад 30% територій Смарагдової мережі в зонах бойових дій зазнали деградації [5], що несе серйозні довгострокові загрози екологічній рівновазі.

У цьому контексті сучасні технологічні стратегії виступають важливим інструментом для вирішення екологічних проблем. Серед ключових підходів варто виділити:

- Безпілотні літальні апарати (БПЛА) та супутникове зондування дозволяють оперативно отримувати високоточні зображення та дані про стан територій, що є особливо цінним у важкодоступних або віддалених районах. Завдяки БПЛА та супутниковому зондуванню можна швидко оцінити масштаби екологічних руйнувань і зон забруднення, таких як викиди шкідливих речовин чи деградація земель. Наприклад, використання цих інструментів допомогло виявити 120 зон із підвищеним вмістом важких металів. Це дозволило не лише точно локалізувати проблемні ділянки, а й спрямувати ресурси на їхнє очищення, оптимізуючи зусилля для вирішення екологічних викликів. Такі технології значно скорочують час, необхідний для реагування, і підвищують точність оцінки стану довкілля.

- Системи штучного інтелекту (ШІ) та алгоритми машинного навчання, інтегровані з аналітикою великих даних, відкривають нові можливості для екологічного моніторингу та прогнозування. Вони обробляють величезні обсяги інформації, отримані з геоінформаційних систем (ГІС) і різноманітних датчиків, що розміщені на землі чи в атмосфері. ШІ здатен виявляти аномалії, наприклад, різке підвищення концентрації забруднювачів, а також прогнозувати потенційні зміни в екосистемах, такі як ризик ерозії ґрунтів чи погіршення якості водойм. Цей підхід дозволяє невідкладно реагувати на екологічні загрози, розробляючи стратегії запобігання ще до того, як проблема набуде критичного масштабу. Завдяки цьому підвищується ефективність планування заходів із захисту довкілля та запобігання кризовим ситуаціям.

- Сучасні технологічні методи ремедіації для відновлення екосистем, такі як біотехнологічні підходи та використання наноматеріалів, дають змогу

не лише усувати наслідки забруднення, а й сприяти довгостроковій регенерації довкілля. Наприклад, наноматеріали застосовуються для очищення води та ґрунтів від токсичних речовин, таких як важкі метали чи органічні забруднювачі, завдяки їхній здатності ефективно зв'язувати й нейтралізувати шкідливі сполуки. Біотехнології, своєю чергою, використовують мікроорганізми для розкладання забруднень природним шляхом. Крім того, енергоефективні технології реконструкції зруйнованої інфраструктури, наприклад, відновлення промислових зон, допомагають мінімізувати вплив на довкілля. Усі ці методи ґрунтуються на принципах сталого розвитку, забезпечуючи не тимчасове вирішення, а стабільне відновлення екосистем.

- Впровадження сонячних панелей та вітрових турбін сприятиме зменшенню залежності від викопних видів палива. Наразі витрати на ці технології залишаються значно вищими за бажаний рівень, однак перехід на відновлювані джерела енергії має потенціал скоротити викиди CO₂ приблизно на 55 – 65 %, що не лише позитивно вплине на екологію, а й підтримає процес відновлення та модернізації енергетичної інфраструктури України.

Війна в Україні створила масштабні екологічні проблеми, які потребують негайного й скоординованого реагування.

Сучасні технології від БПЛА і супутникового зондування до систем Штучного Інтелекту, можуть стати ключовими інструментами для моніторингу, аналізу та відновлення пошкоджених екосистем. Інтеграція цих технологічних рішень із національними та міжнародними ініціативами дозволить не лише швидко виявляти й усувати наслідки воєнних дій, а й розробити ефективні стратегії сталого розвитку в постконфліктний період.

Для подальшої реалізації запропонованих заходів необхідно розробити єдину екологічну інформаційну систему, яка забезпечить збір і аналіз даних у режимі реального часу, а також посилити співпрацю між урядом, науковими установами та приватним сектором. Інвестиції у розвиток технологічної інфраструктури та впровадження сучасних методів ремедіації можуть стати визначальними чинниками у відновленні екологічного балансу та забезпеченні стійкого розвитку України.

Перелік посилань

1. Міністерство захисту довкілля України. [Звіт про екологічні збитки](#), (2024).
2. UNEP - [Rapid Environmental Assessment of Kakhovka Dam Breach Ukraine](#), (2023) UN Environment Programme.
3. Biyashev, B., Drobitko, A., Markova, N., Bondar, A., & Pismenniy, O. (2023). Chemical analysis of the state of Ukrainian soils in the combat zone. *International Journal of Environmental Studies*, 81(1), 199–207. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2271754>.
4. WHO - [The Environmental Impact of the Conflict in Ukraine](#) (2022) World Health Organization.

ПРАВОВІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЛІЗИНГУ У КОНТЕКСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

Барун М.В., доц., к.е.н.,

Шаповалова А.О., здобувач першого рівня вищої освіти.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

м. Харків, Україна

anshapovalova13@gmail.com

Екологічний лізинг є важливим інструментом, який дозволяє підприємствам отримувати доступ до сучасних екологічно чистих технологій без необхідності великих початкових інвестицій. Це дозволяє швидко адаптуватися до нових вимог екологічної безпеки та змінювати виробничі процеси, знижуючи негативний вплив на довкілля. У більшості випадків екологічний лізинг застосовується для фінансування енергозберігаючих та водозберігаючих технологій, таких як сонячні панелі, енергоефективні котли, системи очищення води і повітря. Лізингова модель дає підприємствам змогу використовувати ці технології на умовах оренди, що значно знижує фінансовий тягар на етапі впровадження.

На думку вчених, ключовим аспектом екологічного лізингу є екологічна ефективність лізингового об'єкта. Це означає, що обладнання чи технології, які орендуються, повинні демонструвати значну нейтралізацію негативного впливу на навколишнє середовище. До об'єктів екологічного лізингу віднесені основні засоби, що використовуються для контролю та очищення викидів, очищення питної води, запобігання забруднення повітря, ґрунту, утилізації промислового та побутового сміття, очистки нафтопродуктів, різного роду енергозберігаючі та ресурсозберігаючі проекти та екологічно безпечні технології. [1]

Особливістю екологічного лізингу є його здатність стимулювати розвиток зелених технологій у різних галузях економіки, включаючи сільське господарство, промисловість і енергетику. Завдяки таким інструментам країни можуть швидше переходити на екологічно чисте виробництво, що зменшує викиди парникових газів, сприяє збереженню ресурсів та запобігає забрудненню навколишнього середовища. Впровадження екологічного лізингу як одного з нових фінансово-економічних важелів реалізації державної екологічної політики є необхідною умовою сталого екологічного розвитку держави. [2]

В Україні правова база для розвитку екологічного лізингу формується з урахуванням європейських та міжнародних стандартів. Законодавство в галузі охорони навколишнього середовища передбачає підтримку екологічно безпечних інвестицій, але ще потребує удосконалення в контексті лізингових операцій. Основними нормативно-правовими актами, що регулюють питання екологічного лізингу є законодавчі ініціативи які забезпечують фінансування екологічно чистих проектів, а також податкові пільги для підприємств, що займаються впровадженням технологій з низьким рівнем викидів.

Збірка матеріалів 87-ї Міжнародної наукової конференції студентів університету.

Секція Кафедри ЕКОЛОГІЇ. 10 квітня 2025 року

Одним з важливих кроків стало введення пільгового оподаткування для підприємств що використовують екологічно чисті технології через лізинг. Однак в Україні ще не існує чітко окресленої нормативної бази, яка б визначала специфічні критерії для екологічного лізингу, таких як рівень енергозбереження або вплив на зменшення викидів парникових газів.

Незважаючи на прогрес у розвитку екологічного лізингу, в Україні існують значні правові перешкоди. Основні з них полягають у недостатній координації між державними органами, лізинговими компаніями та екологічними організаціями. Це призводить до відсутності єдиного стандарту для визначення екологічних вимог до лізингових об'єктів і затримки в реєстрації екологічно чистих технологій.

Правові норми не забезпечують достатньої підтримки для малих та середніх підприємств, які хочуть використовувати екологічний лізинг. Це часто призводить до того, що лише великі підприємства мають доступ до вигідних лізингових умов, в той час як малі і середні підприємства залишаються поза увагою.

Міжнародний досвід показує, що екологічний лізинг має значний потенціал для розвитку в Україні. У країнах Європейського Союзу та США екологічний лізинг активно використовується для фінансування інвестицій в "зелені" технології. Наприклад, у Німеччині та Франції екологічний лізинг є важливим інструментом для переходу до відновлювальної енергетики, зокрема для встановлення сонячних панелей та вітряних турбін.

Інші країни, такі як Японія, мають розвинену правову систему, яка забезпечує підтримку екологічного лізингу через пільги та податкові стимулюючі механізми. Система екологічного лізингу дозволяє країнам швидше досягати цілей сталого розвитку та виконувати міжнародні зобов'язання щодо скорочення викидів парникових газів.

Екологічний лізинг має великий потенціал для досягнення сталого розвитку в Україні. Використання цього інструменту дозволяє не тільки сприяти зниженню негативного впливу на навколишнє середовище, а й підтримувати економічний розвиток через створення нових робочих місць у галузі зелених технологій. Технологічне та технічне оновлення виробництва через використання механізму екологічного лізингу може сприяти вирішенню проблем надмірного споживання природних ресурсів та утворення шкідливих викидів, скидів. [3] Для досягнення сталого розвитку екологічний лізинг повинен стати доступним для підприємств всіх розмірів і в усіх секторах економіки. Крім того, лізинг повинен стати ефективним засобом інтенсивного розвитку економіки України, забезпечуючи конкурентоздатність вітчизняної продукції на світовому ринку. [4]

Одним з головних переваг є можливість фінансування великих проектів, які вимагають значних капіталовкладень, але мають довгострокові екологічні вигоди. Наприклад, лізинг дозволяє фінансувати великі інфраструктурні проекти у сфері відновлювальної енергетики, очищення води та повітря, що сприяє як економічному зростанню, так і збереженню природних ресурсів. Це

дозволяє підприємцям розширювати та вдосконалювати виробництво, не витрачаючи грошових коштів для інвестицій у власний основний капітал, а сплачуючи лише лізингові платежі. [5]

Держава повинна грати важливу роль у стимулюванні розвитку екологічного лізингу. Для цього необхідно не тільки створити сприятливі правові умови, але й впроваджувати механізми фінансування та інвестування в екологічно чисті технології. Важливими є також механізми моніторингу та контролю за виконанням екологічних стандартів, щоб лізингові компанії могли ефективно реалізовувати свої проекти.

Держава може надати податкові пільги для підприємств, які здійснюють інвестиції в екологічно безпечні технології через лізинг, а також підтримувати спеціальні програми з фінансування таких проектів.

Перспективи розвитку екологічного лізингу в Україні є значними. З огляду на світові тенденції та потреби в переході до сталого розвитку, Україна може створити конкурентоспроможну модель лізингу, яка буде сприяти розвитку зелених технологій. Важливим кроком є вдосконалення нормативної бази, чітке визначення критеріїв екологічної безпеки лізингових об'єктів та підвищення доступності екологічного лізингу для малих і середніх підприємств.

Перелік посилань:

1. Лісовська Н. В. Екологічний лізинг як перспективний напрям розвитку інноваційної економіки в інформаційну добу / Н. В. Лісовська // Актуальні проблеми міжнародних відносин. – 2011. – Вип. 103(1). – С. 179–183.
2. Глуха В. В. Актуальні проблеми та перспективи державної екологічної політики України/ В. В. Глуха// Актуальні проблеми державного управління. – 2016. – №1(49). – С. 1–4.
3. Боронос В.М., Шкодкіна Ю.М. Екологічний лізинг: сутність, структура, напрямки розвитку // Вісник Сумського державного університету. Серія економіка. – 2010 - №1, Том 2. – С. 115-199
4. Ющишина Л.О. Лізинг як окремий вид фінансування реальних інвестицій у підприємства України [Текст] / Л. О. Ющишина, О. В. Градова // Економічні науки: Збірник наукових праць Луцького національного технологічного університету. – Серія «Облік і фінанси». – Випуски 9 (33). – Ч. 3. – 2012. – С. 502-507
5. Ванькович Д. Нормативно-правове забезпечення лізингової діяльності в Україні та шляхи його удосконалення. Економічний аналіз. 2013. Т. 12(2). С. 188–192.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ

Бессмертна Д.О., здобувач першого рівня вищої освіти.

Барун М.В., доц., к. е. н.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

м. Харків, Україна

dianabessmertnaa5@gmail.com

Відпрацьовані мастильні матеріали є одними з найнебезпечніших промислових відходів, що містять важкі метали, поліциклічні ароматичні вуглеводні та інші токсичні сполуки. Їх неправильна переробка може призвести до значних екологічних наслідків, таких як забруднення ґрунтів, водних ресурсів і повітря.

Сучасна система збору та переробки відпрацьованих мастильних матеріалів стикається з низкою проблем, серед яких недостатня інфраструктура для збору та утилізації мастил, висока вартість екологічно безпечних технологій переробки, відсутність належного контролю за незаконним скиданням відпрацьованих олив та недостатня екологічна обізнаність населення й підприємств щодо безпечної утилізації відпрацьованих мастил. В багатьох країнах питанням утилізації відпрацьованих мастильних матеріалів приділяється значна увага, проте рівень їх збору та переробки залишається незадовільним. Їх незаконне скидання у природне середовище призводить до порушення екологічного балансу, оскільки мастильні матеріали містять речовини, що не розкладаються природним шляхом і можуть зберігатися в ґрунтах та воді десятиліттями. Недостатній рівень екологічного контролю та відповідальності підприємств призводить до того, що значна частина відпрацьованих олив не потрапляє на утилізацію, а незаконно зливається або використовується у несанкціонованих процесах, таких як підпільне спалювання для отримання енергії, що супроводжується утворенням токсичних викидів. [1]

Серед основних методів переробки відпрацьованих мастильних матеріалів виділяють регенерацію, термічну утилізацію та хімічну переробку. Регенерація передбачає очищення олив від домішок та повторне використання, що дозволяє зменшити потребу у виробництві нових мастильних матеріалів та знизити обсяг небезпечних відходів. Процес регенерації включає фільтрацію, відстоювання, гідроочищення та інші методи, що дозволяють отримати очищені мастильні матеріали, придатні для повторного застосування. Такий підхід дозволяє значною мірою знизити навантаження на природні ресурси та зменшити обсяги виробництва нових мастильних речовин. Термічна утилізація передбачає спалювання відпрацьованих олив з отриманням енергії, однак попри економічну вигоду, цей метод може спричиняти викиди токсичних речовин в атмосферу, якщо не використовуються сучасні системи очищення газів. Окрім того, спалювання відпрацьованих олив не вирішує проблему

утворення нових мастильних матеріалів, а лише тимчасово усуває відходи, що робить цей метод менш ефективним у довгостроковій перспективі. Хімічна переробка дозволяє перетворити відпрацьовані оливи на нові корисні продукти, такі як паливо або сировина для виробництва нових мастильних матеріалів, що є одним із найперспективніших напрямків. Такий метод дозволяє отримати високоякісні продукти, які можуть бути використані в промисловості, однак потребує значних інвестицій у технологічні процеси та спеціальне обладнання. У розвинених країнах активно використовуються комбіновані підходи, що поєднують регенерацію та хімічну переробку, дозволяючи максимально ефективно використовувати відпрацьовані мастила та мінімізувати їх вплив на довкілля.[2]

Одним із найбільших екологічних ризиків у процесі переробки є викиди шкідливих речовин в атмосферу. Термічна переробка або регенерація мастильних матеріалів супроводжується виділенням оксидів сірки, азоту, вуглецю та токсичних органічних сполук, що можуть спричиняти кислотні дощі, фотохімічний смог і погіршення якості повітря, впливаючи на здоров'я людей і навколишнє середовище. Крім того, у процесі спалювання або дистиляції відпрацьованих мастил можуть утворюватися діоксини та фурани – надзвичайно токсичні сполуки, які мають канцерогенну дію. Особливо небезпечні викиди важких металів, таких як свинець, кадмій та ртуть, які осідають у ґрунтах і водоймах, потрапляючи в харчові ланцюги. Для мінімізації цих ризиків необхідно впроваджувати сучасні методи очищення газових викидів, такі як системи фільтрації, каталітичні нейтралізатори та плазмові обробки.

Ще одним критичним аспектом є ризик потрапляння нафтопродуктів у водні ресурси. Під час транспортування та переробки мастильних матеріалів можливі витоки, що загрожують водним екосистемам і можуть спричинити екологічні катастрофи, забруднення питної води та загибель водних організмів. Проблема ускладнюється тим, що мастильні матеріали утворюють на поверхні води плівку яка знижує рівень кисню у воді, що призводить до загибелі риб і мікроорганізмів. Крім того, витоки можуть відбуватися не лише через аварії, а й через неякісне технічне обслуговування транспортних ємностей що використовуються для перевезення мастильних матеріалів. Для запобігання подібним ситуаціям необхідно розробляти жорсткі протоколи безпеки, впроваджувати автоматизовані системи моніторингу стану резервуарів і трубопроводів, а також використовувати новітні технології герметизації та безпечного транспортування.

Окрему проблему становить високе енергоспоживання процесів переробки мастильних матеріалів, особливо в технологіях регенерації. Процеси рекуперації мастил зазвичай включають термічне розкладання, дистиляцію або гідроочищення, що потребують значної кількості енергії. Використання високотемпературних методів сприяє значним викидам вуглекислого газу та інших парникових газів, що негативно впливає на кліматичну ситуацію. Енергетична неефективність багатьох підприємств призводить до надмірного

використання природних ресурсів, таких як газ, нафта чи вугілля, що додатково збільшує екологічне навантаження. Оптимізація цього процесу можлива за рахунок впровадження енергоефективних технологій, використання альтернативних джерел енергії та повторного використання теплоти, що генерується під час переробки. Зниження енергоспоживання не лише зменшить викиди парникових газів, а й зробить процес регенерації мастил більш економічно вигідним та екологічно безпечним.

Таким чином, впровадження сучасних технологій переробки, таких як вакуумна дистиляція, гідроочищення та застосування каталізаторів, може значно знизити рівень токсичних викидів.

Важливу роль у мінімізації ризиків відіграє ефективне поводження з відходами. Одним із головних викликів є утилізація шламів, які залишаються після очищення мастильних матеріалів. Ці шлами містять важкі метали, канцерогенні сполуки та інші токсичні речовини, тому їх безпечна утилізація має першочергове значення. Серед найбільш ефективних методів екологічної утилізації слід виділити термічну деструкцію, що передбачає спалювання шламів у спеціальних установках з системами очищення газів, що запобігає потраплянню шкідливих речовин у довкілля. Крім того, перспективним є метод стабілізації та тверднення, коли токсичні компоненти зв'язуються з інертними матеріалами, такими як цемент або полімери, що робить їх безпечними для захоронення.

Можна застосовувати біологічні методи, зокрема використання мікроорганізмів, що здатні розкласти вуглеводневі сполуки у шламах. Цей підхід дозволяє значно знизити токсичність відходів без додаткового навантаження на навколишнє середовище. Ще одним варіантом є відцентрове розділення та фільтрація, які дають змогу вилучати залишки корисних компонентів для повторного використання. Таким чином, комплексний підхід до утилізації відходів із застосуванням екологічно безпечних технологій дозволяє значно зменшити негативний вплив на довкілля та сприяє формуванню сталого виробництва.

Переробка відпрацьованих мастильних матеріалів є необхідним процесом, що дозволяє зменшити кількість небезпечних відходів і забезпечити повторне використання ресурсів. Однак цей процес супроводжується значними екологічними ризиками, які можуть мати негативний вплив на повітря, воду, ґрунти та клімат. Впровадження сучасних технологій, посилений екологічний контроль, раціональне використання енергії та ефективне поводження з відходами є ключовими напрямками для мінімізації цих ризиків. Дотримання міжнародних екологічних стандартів та впровадження принципів сталого розвитку допоможе врегулювати екологічну безпеку та зменшити шкідливий вплив процесів переробки мастильних матеріалів на довкілля.

Перелік посилань

1. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. К / Упор. В.Я.Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 189 с.
2. Вороновський І.Б., Євдокимова О.А. Переробка та утилізація моторного мастила. Міжнародної наукової конференції «Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах» Дніпро, "Ліра", Україна : - 2015. – С. 14 - 15.

ЩОДО КОНЦЕПЦІЇ КЛІМАТИЧНО НЕЙТРАЛЬНИХ МІСТ

*Бердник А.А. здобувач першого рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна*

Зміна клімату – одна з наймасштабніших та найбільш обговорюваних проблем на сьогодні, проблем, яка не лише негативно впливає на навколишнє середовище та здоров'я населення в усьому світі, а й приносить величезні збитки. Варто відмітити, найбільшим наслідком зміни клімату є не глобальне потепління, а інтенсивна зміна екстремальних погодних явищ (урагани, посухи, шторми, повені тощо). Науковці запевняють, що якщо зміни клімату, які ми бачимо сьогодні, будуть надалі розвиватися з такою ж силою та швидкістю, то у майбутньому це призведе до незворотних наслідків. Саме тому у вирішенні цього питання зацікавлений весь світ. Коли кліматичні зміни стали очевидними, політики з різних країн світу почали об'єднуватися заради спільної мети – запобігання наслідкам змін клімату та розробки системи заходів адаптації до кліматичних змін. Розпочався процес формування світової кліматичної політики, яка діяла на національному і локальному рівнях. Надалі під поняттям «кліматична політика» ми будемо мати на увазі дії органів влади, а також інших зацікавлених сторін, спрямовані на подолання наслідків кліматичних змін або заходи з адаптації до цих змін.

У 2015 році на Конференції ООН було ухвалено Паризьку угоду. Документ підписали 196 країн світу, взявши на себе обов'язок скоротити викиди парникових газів до показника 1990 року. Головною метою угоди є утримання рівня світового потепління в межах 1,5-2 °C, посилення адаптації до кліматичних змін, а саме їх негативних наслідків, а також сприяння різноманітним протидіям змін клімату.

Згідно угоди кожна країна учасник ставить собі ціль на 5 років для досягнення головної мети. Окремі досягнення країн мають назву «національновизначний внесок» (НВВ), кожен такий наступний НВВ має бути більш продуктивним за попередній. Міжнародні експерти не ведуть суворий контроль або примусові дії стосовно країн учасників угоди, проте вони мають

право перевіряти інформацію НВВ на правдивість, а в разі недосягнення поставленої мети на 5 років, покарання не передбачено. У липні 2021 року уряд України ухвалив вже другий національновизначний внесок України до Паризької угоди (НВВ2), де була поставлена мета скоротити викиди парникових газів на 65 % до 2030 року.

Задля досягнення такої мети був спланований ряд заходів на 10 років вперед, а саме:

- удосконалення енергетичної та промислової інфраструктури;
- використання відновлюваних джерел енергії;
- збільшення територій лісу та проведення реформи управління лісовим фондом України;
- термомодернізація будівель;
- перевага органічному сільському господарству;
- збільшення електротранспорту;
- аналіз та покращення утилізації відходів.

Одним із важливих документів, які сприяють покращенню кліматичної ситуації на місцевому рівні, є Угода мерів, яка була започаткована у 2008 році. Це найбільший міжнародний почин Європейського Союзу, в якому можуть взяти участь регіональні та місцеві органи влади будь-якого рівня (від села до міста). Учасники угоди зобов'язуються скоротити викиди парникових газів мінімум на 20% до 2020 року або на 40% до 2030 року. Реалізація поставленої мети передбачає:

- підготовку базового кадастру викидів, розробку та прийняття місцевої політики сталого енергетичного розвитку;
- створення відповідної адміністративної структури;
- подання Плану дій зі сталого енергетичного розвитку протягом року з моменту приєднання до Угоди;
- подання звіту про реалізацію Плану дій задля його контролю та оцінки;
- обмін досвідом та ідеями з іншими територіальними одиницями.

Місцевий План дій з протидії та адаптації до наслідків зміни клімату розробляється для оцінки вразливості міста до основних негативних наслідків зміни клімату та включає основні практичні заходи, що дає можливість об'єднати зусилля громади, місцевої влади, бізнесу та експертів та спрямувати їх на зменшення вразливості міста до кліматичних змін, подолання проблем і попередження загроз, пов'язаних зі зміною клімату, посилення стійкості місцевої громади та забезпечення комфортних і безпечних умов життя в місті.

Розглянемо кліматичну політику європейського міста, яке робить успіхи на шляху до екологічного та здорового майбутнього своїх жителів з урахуванням кліматичних змін.

Місто Париж є лідером у боротьбі зі зміною клімату. Ще в 2007 році Париж прийняв амбітний План дій щодо клімату з метою зменшення викидів парникових газів, включаючи скорочення на 75% між 2004 і 2050 роками і короткострокову ціль на 25% до 2020 року. За останні 10 років вуглецевий слід міста зменшився майже на 10 %.

В 2016 році Париж ініціював розробку Нового кліматичного енергетичного плану, що окреслює успішне майбутнє вуглецево-нейтрального міста до 2050 року, яке буде адаптованим до екстремальних кліматичних явищ. Відповідно до цілей Паризької угоди до 2050 року місто Париж планує:

– зменшити місцеві викиди на 100 %, досягнувши мети нульових викидів у Парижі;

– сприяти скороченню вуглецевого сліду Парижа на 80 % і залучати всіх місцевих зацікавлених сторін до компенсації залишкових викидів.

З рештою, до 2050 року основною метою є створення вуглецевонейтрального міста, що на 100 % забезпечує свої потреби «зеленою» енергією.

Для реалізації поставленої мети приблизно раз на місяць у місті впроваджуються нові заходи зі зниження викидів вуглецю. Муніципалітет оголосив, що щомісячною нормою у центральних районах міста стануть дні вільні від автомобілів. Тим часом приватні транспортні засоби, які забруднюють повітря, заплановано прибрати з міста. Місто врівноважило вплив таких кроків на вразливі групи населення, впровадивши безкоштовний громадський транспорт для людей з інвалідністю. На деяких із основних площ на паризьких бульварних колах частину автомобільних смуг замінено на нові зелені насадження.

Париж є другим містом у світі після Нью-Йорку, яке почало втілювати план дій, який відповідає вищій меті Паризької Угоди – обмежити глобальне потепління на рівні 1,5 °C.

Париж активно ділиться своїм досвідом та підходами. Місто входить до міжнародної мережі C40, яка об'єднує найбільші міста світу для протидії змінам клімату. C40 підтримує міста для ефективного співробітництва, обміну знаннями та втілення системних заходів з протидії змінам клімату та об'єднує понад 90 найбільших міст світу, чие населення загалом налічує понад 650 мільйонів людей і на які припадає чверть світової економіки.

Перелік посилань

1. Іванюта С. П., Якушенко Л. М. Європейський зелений курс і кліматична політика України : аналітична доповідь / С. П. Іванюта, Л. М. Якушенко; за заг. ред. А. Ю. Сменковського. □ Київ : НІСД, 2022. □ 95 с.

2. Угода мерів за сталий енергетичний розвиток на місцевому рівні [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://enefcities.org.ua/upload/files/1%20UK_CoM_official_text_Ukrainian%2081%29.pdf

3. Як Париж адаптується до змін клімату [Електронний ресурс]: Українська урбаністична платформа. Режим доступу: <https://mistosite.org.ua/articles/yakparyzh-adaptuietsia-do-zmin-klimatu>

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПАПЕРОВИХ ВИРОБНИЦТВ

*Володькін К.Д., здобувач першого рівня вищої освіти.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна*

Концепція сталого розвитку суспільства включає три напрями, а саме соціальний, економічний та екологічний, та має на меті забезпечення можливості задоволення потреб сучасного та майбутніх поколінь. Основна мета сталого розвитку в області екології – розробка ефективних технологій водоочищення для забезпечення ресурсоощадності виробництва товарів широкого споживання, до яких відноситься також і картонно-паперова продукція.

Целюлозно-паперова промисловість є однією з галузей промисловості, яка є джерелом утворення великих обсягів токсичних за своєю природою стічних вод. Паперові фабрики використовують у виробничих процесах велику кількість води (~30–60 м³ води для виробництва 1 т паперу), і, відповідно, утворюється величезна кількість хімічно забруднених стічних вод. У стічних водах паперової фабрики міститься велика кількість хімічних речовин, які використовуються на різних етапах виробництва паперу. Високий вміст завислих речовин в стічних водах обумовлений композицією паперу та картону, що виробляється.

Обсяги виробництва паперу та картону у світі щорічно зростають і на кінець 2018 року сягнули майже 420 млн т. Китай є найбільшим у світі виробником паперу на сьогоднішній день з обсягом виробництва 110 мільйонів тон у 2018 році. Друге місце посідають Сполучені Штати Америки, виробивши 72 млн т. В цілому Азія домінує у регіональному світовому виробництві паперу з часткою 47 %. Виробництво пакувального паперу та картону неухильно зростає. Відповідно, зростає споживання підготовленої води в технологічних процесах та утворення забруднених стічних вод від виробництва паперу та картону.

Що стосується сьогоднішнього, то статистичні дані за 2020 рік свідчать про те, що обсяги виробництва паперу та картону в Європі склали 85,2 млн т, причому лише 45 % від всього обсягу було виготовлено з первинного целюлозного волокна, а 55 % з вторинних волокон – макулатури.

Розвиток світової целюлозно-паперової промисловості має відбуватися із дотриманням принципу екологізації виробництв. У зв'язку з цим виділено декілька головних напрямків:

- 1) збільшення частки вторинних волокон у виробництві картонно-паперової продукції;
- 2) розвиток альтернативних джерел волокнистих матеріалів для виробництва паперу та картону;

3) зменшення викидів парникових газів, які в основному утворюються у результаті зміни землекористування, виробництва волокнистих напівфабрикатів та паперу, а також утилізації побічних продуктів та відходів;

4) забезпечення чистого виробництва.

Вирішальним фактором у використанні макулатури є екологічний фактор, який враховує не лише збереження природних рослинних ресурсів, але і навантаження на водні об'єкти навколишнього середовища через значні скиди недостатньо очищених стічних вод. Макулатура поділяється на дванадцять марок в залежності від виду картонно-паперової продукції, складу, кольору, кількості домішок. Сім з цих марок представляють собою відходи від картонної тари та упаковки. Вони придатні для виробництва нової продукції паперової галузі, для якої необхідним є забезпечення нормованих показників міцності. З інших марок виготовляють, в основному, продукцію господарсько-побутового призначення. Характерною рисою всіх технологічний переробки макулатури в картонно-паперову продукцію є виконання процесів розпуску, розмелювання, формування полотна в середовищі великої кількості води.

Значення питомого споживання води на виробництво картону макулатурного дещо відрізняється для підприємств галузі і залежить від апаратурного оформлення процесу. Наприклад, на ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат» на КРМ-1 питоме споживання води на виробництво 1 т картону складає 26,0 м³ підготовленої природної води та 24,0 м³ очищених підсіткових вод. Тобто, об'єми споживання підготовленої води перевищують об'єми води, що використовуються повторно.

Об'єми утворення підсіткових вод відповідають використанню води в технологічних процесах. Тому нагальним питанням є забезпечення ресурсозбереження шляхом збільшення частки використання підсіткових вод.

На сьогоднішній день існує чотири принципові схеми локальної водоочищення в паперовій галузі. В основному вони ґрунтуються на використанні механічних методів очищення для видалення з води завислих домішок завдяки гравітаційним, відцентровим силам та силі тиску рідин. Головним чином це фільтрування, відстоювання, флотація, розділення в полі відцентрових сил. Метод флотації не є суто механічним методом, оскільки відбувається також фізико-хімічне очищення води від дрібнодисперсних частинок. Зазначені методи можуть використовуватися самостійно або поєднуватися для досягнення більшої ефективності. Локальне очищення передує загальнозаводському.

Вибір способу очищення залежить від багатьох факторів і за видом паперової продукції поділяється на 4 групи:

I - води, що утворюються у виробництві високозольного паперу, з вмістом наповнювачів більше 500 мг/дм³;

II - води, що утворюються у виробництві середньозольного паперу, з вмістом наповнювачів до 500 мг/дм³;

III - води, що утворюються у виробництві малозольного та беззольного паперу;

IV - води, що утворюються у виробництві паперу з макулатури.

В залежності від групи вод обирають запропоновані типові схеми очищення.

Для механічного очищення стічних вод I групи можна використовувати відстоювання або відстоювання та фільтрування, для II – відстоювання або фільтрування, III - відстоювання або флотація, IV – фільтрування у фракціонаторах.

Нажаль, постійне зменшення якості макулатури призводить до того, що типова схема є досить неефективною, у результаті чого втрачається значна частина волокна.

Більшість сучасних вітчизняних підприємств, які виробляють папір та картон, мають недосконалу систему локального очищення підсіткових вод, яка складається, в основному, з радіальних відстійників. Така організація локального очищення не дозволяє досягти високої ефективності очищення. Одержана очищена вода не може бути повторно використана для заміни вихідної природної, зокрема для промивання

сіток формуючої частини паперо- та картоноробної машини та ущільнення сальників вакуумнасосів. А це б дозволило значно скоротити використання підготовленої природної води в технологічних процесах і мало б позитивний вплив на собівартість готової продукції. Недостатнє очищення підсіткових вод призводить до того, що лише незначна їх частина повертається в технологічний процес на етапи підготовки паперової маси перед формуванням полотна, а більша частина подається на загальнозаводські очисні споруди. За такої організації водокористування витрати підготовленої природної води можуть сягати 30-35 м³ на 1 т готової продукції.

Оскільки в підсіткових водах міститься значна кількість волокна, яке варто повертати в технологічний процес, то можна застосувати очищення води двохстадійним освітленням. Виділення цього волокна шляхом відстоювання є досить тривалим процесом, тому на даному етапі доцільно використовувати дисковий фільтр або гідросито, які дозволять вилучити з підсіткових вод довго- та середньоволокнисту фракції. Актуальним на другому етапі освітлення є використання флотоуловлювачів безпосередньо в цеху виробництва паперу та картону.

Перелік посилань

1. Трус І.М., Галиш В.В., Скиба М.І. та ін. Нові високоефективні методи очищення води від розчинних та нерозчинних поліюгантів : монографія. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. – 272 с.

2. Очистка стічних вод паперових виробництв методом коагуляції / С. Гарбарчук, В. Костюченко, О. Бортнік, А. Ганжук, В. Галиш // Збірник тез VI Міжнародна науково-практичної конференції «ЧИСТА ВОДА. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ, ПРИКЛАДНІ ТА ПРОМИСЛОВІ АСПЕКТИ». – Київ, Україна. – 2019. – С. 80.

ЗНЕШКОДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ З ТЕРИТОРІЇ АТП

*Галицька Л.О., здобувач першого рівня вищої освіти
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна*

Для очищення поверхневого стоку, лімітуючими забрудненнями якого є нафтопродукти і завислі речовини, можливе застосування різних методів. На думку ряду авторів, для очищення стоків з подібними забрудненнями, досить простого відстоювання, однак, більшість проведених досліджень показує, що відстоювання не забезпечує досить ефективного очищення від нафтопродуктів і суспензій, тому необхідно додатково застосовувати інші методи очищення (коагуляцію, флотацію, сорбцію й ін.).

Досвід роботи очисних споруд для стоків, що містять нафтопродукти, та які мають приблизно аналогічні поверхневому стокові забруднення, показує, що непоганий ефект очищення дають хімічна і реагентна коагуляція.

Ефективність цих методів особливо висока при попереднім очищенні відстоюванням з наступним доочищенням на фільтрах із зернистим завантаженням. Отримана при цьому вода задовольняє самим високим вимогам і може бути використана в технологічних виробничих процесах.

Актуальність і необхідність проведення досліджень і вибору раціонального методу очищення поверхневого стоку обумовлюється тим, що в даний час практично відсутній досвід експлуатації очисних споруд подібного типу. Тільки при одержанні конкретних результатів досліджень по очищенню стоку, можлива розробка технологічної схеми і технології очищення поверхневого стоку АТП.

Комплекс очисних споруд АТП визначається характером забруднень, утворених у результаті технологічних процесів, а також кінцевою метою очищення (скидання в каналізаційний колектор, випуск у водойму і т.д.). Однак при всьому різноманітті очисних споруд із застосуванням різних способів очищення, слід зазначити єдність принципів побудови схем очищення:

- витяг піску з великої суспензії;
- виділення дрібної суспензії і колоїдів;
- витяг і видалення нафтопродуктів;
- доочищення стоку до ГДК скидання в міську систему каналізації;
- утилізація виділених забруднень.

Загальна ємність резервуарів для збереження палива складає 75 м^3 , з них: бензин А-76 - 25 м^3 ; бензин АІ-93 - 25 м^3 ; бензин АІ-95 - 25 м^3 .

У лабораторних умовах вивчалися різні методи очищення поверхневого стоку, обрані на основі узагальнення й аналізу літературних матеріалів. На першому етапі були проведені дослідження з очищення стоків простим відстоюванням, потім хімічною коагуляцією й електрокоагуляцією.

Усі досліди проводилися на модельованих стоках. Для моделювання використовували концентровані натуральні поверхневі стоки, а також олії й емульсії, що є одними з основних компонентів забруднень.

Кількість і склад забруднень, що додаються в модельований поверхневий стік, визначалися даними, отриманими в результаті досліджень якісної і кількісної характеристики поверхневих стоків.

Відомо, що необхідний час відстоювання залежить від початкового вмісту і характеру зважених речовин і визначається кінетикою випадання їхній у воді. Вивчення кінетики осадження зважених речовин проводили в циліндрах ємністю один літр. Вміст зважених речовин у вихідних пробах складав - 100, 200, 500 мг/дм³ і визначався ваговим методом. Вміст нафтопродуктів складав - 100 - 150 мг/дм³.

Обробка даних по кінетиці відстоювання дощових вод дозволила установити наступне:

- із збільшенням у вихідних пробах вмісту зважених речовин від 100 до 200 і 500 мг/дм³, відповідно, збільшується ефективність очищення від 83,9 % до 87,3 %, 96,2 % (після 2-х годинного відстоювання);

- тільки тривале відстоювання (1 доба) при вмісті зважених речовин у вихідній пробі до 600 мг/дм³ забезпечує кінцевий вміст зважених речовин, що відповідає нормам оборотного водопостачання, а кінцева концентрація нафтопродуктів складає не менш 40 мг/дм³;

- при збільшенні часу відстоювання з 1 до 2 годин, ефект очищення по зважених речовинах і нафтопродуктах змінюється незначно, тобто час перебування у відстійнику можна в ряді випадків скоротити до 1 години. Вміст зважених речовин після годинного відстоювання в середньому складає 70-90 мг/дм³, нафтопродуктів 50-90 мг/дм³;

- ефект очищення від нафтопродуктів залежить від вихідного вмісту зважених речовин, так при збільшенні вмісту суспензій з 200 до 1180 мг/дм³ кінцевий вміст нафтопродуктів після відстоювання зменшується приблизно в 1,5 рази.

У зв'язку з тим, що при простому відстоюванні протягом 2 годин кінцева концентрація забруднень по нафтопродуктах складає в середньому до 100 мг/дм³, по зважених речовинах до 45 мг/дм³, тобто значно перевищує припустимі норми для скидання у водойму, у міську каналізацію і не задовольняє вимогам, пропонованим до очищеної води для використання її в обороті, були проведені лабораторні дослідження з хімічного коагулювання попередньо вистояних модельованих стоків. Як коагулянти використовували сірчаноокислий алюміній і сірчаноокисле залізо. На їхню здатність коагулювати, великий вплив робить величина рН. Оптимальна величина рН (для алюмінію 7-8, заліза 2-х валентного - 9) установлювалася за допомогою вапняного молока. Доза сірчаноокислого алюмінію складала 20-80 мг/дм³ по Al₂O₃, сірчаноокислого заліза - 50 - 120 мг/дм³ по Fe₂O₃-. Коагулянти вводили у виді 5 % розчину.

Для збільшення ефекту очищення введення коагулянтів проводили з додаванням флокулянта поліакриламід (ПАА) у кількості 0,5-1,5 мг/дм³.

Для досліджень були змодельовані стоки з різним вихідним вмістом зважених речовин (100, 200, 500) вміст нафтопродуктів змінювався в межах від 120 до 170 мг/дм³. Після встановлення оптимальної дози коагулянту проводилися експерименти для виявлення динаміки відстоювання по зважених речовинах і нафтопродуктах. Проби відбиралися з циліндрів через 15, 30, 60, 120 хвилин.

Аналіз отриманих даних показав, що найкращий результат по очищенню стічних вод коагуляцією був отриманий при обробці модельованих стоків сірчаноокислим алюмінієм у дозі 50,0 мг/дм³, ПАА – у дозі 1,5 мг/дм³ і підлогуванням до рН = 7-8. Кінцевий вміст нафтопродуктів і зважених речовин відповідно дорівнював 4,6 і 6,0 мг/дм³. При коагуляції сірчаноокислим залізом у дозі 80,0 мг/дм³, ПАА в дозі 1,5 мг/дм³ кінцевий вміст нафтопродуктів і зважених речовин складав - 25,7 і 54,0 мг/дм³.

Дослідження з електрокоагуляційного очищення модельованого зливого стоку проводили на установці проточного типу. Установка складається з бака для стічної води, електролізера, насоса, ємності для відстоювання води після електролізера. Електролізер виготовлений з органічного скла, робочий обсяг міжелектродного простору складав 190 мл.

Електрокоагуляцію проводили при наступних параметрах: щільність струму $i = 0,5; 1,0; 2,0$ А/дм²; час перебування в міжелектродному просторі $t = 15, 30, 60$ секунд.

Вміст суспензій у вихідній пробі змінювався в межах від 100 до 500 мг/дм³, нафтопродуктів до 200 мг/дм³. Після 2-х годинного відстоювання відбиралися проби для визначення вмісту зважених речовин, нафтопродуктів.

Аналіз даних дозволив зробити висновок про те, що показники обробленої води поліпшуються зі збільшенням щільності струму і часу перебування в міжелектродному просторі.

Збільшення щільності струму до $i = 1,0$ А/дм² знижує кінцевий вміст нафтопродуктів до 4,0 мг/дм³, кінцевий вміст зважених речовин - до 45 мг/дм³ (за інших рівних умов).

Найкращі показники має стічна вода, оброблена при щільності струму $i = 2,0$ А/дм² і часу обробки $t = 30, 60$ с. Кінцевий вміст нафтопродуктів не перевищує 5,0 мг/дм³, а зважених речовин - 20 мг/дм³.

З метою поліпшення показників якості очищеної води стоки, що пройшли електрокоагуляційну обробку і відстоювання (30 хвилин), надходили на фільтр, завантажений піском, де здійснювалося "тонке" очищення від суспензій і олій. Фільтрат надходив у ємність для чистої води, відкіля міг перекачуватися для повторного використання. В міру фільтрації відбиралися проби фільтрату обсягом 1 літр, у яких визначався вміст нафтопродуктів, суспензій, заліза.

Параметри обробки модельованих поверхневих стоків наступні: щільність струму $i = 2,0$ А/дм², час перебування стоків у міжелектродному просторі складало 15 с. Фільтрація здійснювалася знизу нагору зі швидкістю 5, 10, 30 м/ч.

З отриманих даних випливає, що очищення модельованих стоків, здійснюване за схемою: відстоювання - електрокоагуляція - фільтрація забезпечує:

- очищення по завислих речовинах і нафтопродуктах до санітарних норм;
- при напрямку фільтрації знизу нагору збільшення початкової швидкості фільтрації від 5,0 до 30, м/год веде до скорочення фільтроцикла. Оптимальна швидкість фільтрації складає 5,0 м/год;
- збільшення завислих речовин у вихідній пробі від 100 до 700 мг/дм³ за інших рівних умов проведення фільтрації не впливає на ефект очищення від зважених речовин.

Науковий керівник: Вальтер Г.А., доц., к.б.н.

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПІДПРИЄМСТВ ПТАХІВНИЦТВА

*Жека А.В., здобувач першого рівня вищої освіти.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків Україна*

Сучасне птахівництво є однією з найдинамічніших галузей сільського господарства, забезпечуючи населення важливими джерелами білка у вигляді м'яса та яєць. В останнє десятиліття світове птахівництво розвивається дуже інтенсивно. Лідерами в цій галузі виступають такі країни, як Китай - 314 млрд., США - 83,5 млрд., Японія - 41,8 млрд. яєць на рік. На частку цих країн припадає 57% світового виробництва яєць. Середня несучість курей-несучок в світі оцінюється в 170 шт. на рік. У той час як в Мексиці, Данії, Швеції, Японії, Франції та Великобританії цей показник досяг 300 шт., а в США - 265 шт. Найбільша кількість яєць на душу населення припадає в Нідерландах - 633 яйця, Японії - 317, Бельгії - 314, США - 303, Чехії - 300, в Україні - 225. Середній показник виробництва яєць на душу населення в світі становить 142 яйця в рік. Найбільшими експортерами є Нідерланди, які постачають на світовий ринок 37,1% яєць, Бельгія - 7,4%, Німеччина - 7,1% і США - 6,0%. В даний час промислове птахівництво в нашій країні по праву вважається найбільш динамічною і наукомісткою галуззю світового агропромислового виробництва. Його подальший розвиток безпосередньо пов'язано з пріоритетами економічної стратегії держави, станом ринку, можливістю створення конкурентного середовища, демографією і зростанням споживання,

рівнем платоспроможності населення, забезпеченням надійного екологічного благополуччя територій, де функціонують птахівницькі комплекси.

Стратегічно важливими тенденціями розвитку в яєчній галузі стають:

- глибока переробка яєць; використання їх у вигляді яйце продуктів, як в роздрібному продажі, так і в різних галузях харчової індустрії і в системі громадського харчування;

- виробництво яєць і яйце продуктів з заданими лікувальними властивостями).

Ще більш швидкими темпами розвивається в ці роки в світі виробництво м'яса птиці. Лідерами у виробництві м'яса птиці є США - 16,36 млн. т, Китай - 11,96, Бразилія - 6,01 і Франція - 1,98 млн. т. Україна виробила 0,45 млн. т. Слід зазначити, що Китай активно займається розведенням водоплавної птиці, вирощуючи в рік 1 млрд. голів качок і 300 млн. гусей. Виробництво м'яса птиці на душу населення в рік становить: в США - 58,8 кг (з них споживається - 49,6 кг); Нідерландах - 46,8 кг; Угорщини - 39,8 кг; Бразилії - 35,4 кг, в Україні - 4,0 кг. Аналіз розвитку галузі за останні роки свідчить про те, що сьогодні і на перспективу ставка у виробництві продукції птахівництва в нашій країні повинна бути зроблена, в основному, на великі спеціалізовані птахо господарства, але при цьому велика увага і підтримка повинні бути передбачені розвитку присадибного сектора.

Проте, разом з виробництвом продукції, птахофабрики стикаються з серйозною проблемою відходів, зокрема, пташиного посліду. Правильне управління цими відходами має важливе значення для збереження екологічного балансу та забезпечення стійкості галузі.

Утилізація відходів від птахів є однією з найбільш актуальних екологічних проблем у світі, а вирішення цієї проблеми є пріоритетним завданням для сільського господарства України.

Найбільшу частку серед відходів птахофабрик становить послід, який за класифікатором відходів ДК 005-96 віднесено до III класу небезпеки. За даними Державної служби статистики України, на 1 листопада 2021 року загальна кількість птахів у господарствах всіх категорій становила 226932,2 тис. голів. У нашій країні діють 385 підприємств з вирощування свійської птиці, які щорічно виробляють 8785,6 млн. яєць і 1628,6 тис. тонн м'яса. Пташині підприємства та господарства населення щоденно накопичують послід. Переробка посліду птахів стало складною проблемою через потребу в серйозних фінансових витратах.

Накопичення великої кількості пташиного посліду становить серйозну загрозу забруднення довкілля та негативно впливає на здоров'я людей, які проживають поблизу птахофабрик. Несвоєчасна переробка органічних відходів птахівництва також сприяє цій проблемі. Оскільки жоден із відомих методів переробки посліду не є повністю виправданим з екологічної або економічної точки зору, існує гостра потреба в удосконаленні існуючих або розробці нових технологій утилізації органічних відходів. За статистичними даними, у 2022

році в Україні пташиний послід складав майже п'яту частину (1041,3 тис. т.) або 18% від загальної кількості сільськогосподарських відходів (5782,4 тис. т.).

Найдешевшим і найпростішим способом утилізації пташиного посліду є внесення його в ґрунт без попередньої переробки. Проте, така технологія спричиняє ряд проблем:

- 1) Значні витрати на перевезення та внесення великої маси відходів;
- 2) Недотримання норм внесення органічних відходів;
- 3) Зараження ґрунту, поверхневих і підземних вод інфекційними та токсичними речовинами;
- 4) Накопичення нітратів, міді та цинку в рослинах і водних джерелах

Через ці причини досвідчені агрономи рідко використовують цей метод утилізації. Пташиний послід також є джерелом неприємних запахів, виділень аміаку та сірководню, а також може містити насіння бур'янів і яйця гельмінтів. Крім того, він може містити антибіотики, солі важких металів, радіонукліди, залишки пестицидів та інші токсичні речовини, залежно від умов утримання птиці. Розробники повинні вирішити проблеми, пов'язані з усуненням неприємного запаху, забрудненням водних об'єктів стоками з пометосховищ та забрудненням атмосфери.

Використання пташиного посліду у рослинництві має кілька основних способів, кожен з яких спрямований на максимальне збереження та ефективне використання його поживних властивостей.

Одним з найбільш поширених способів є безпосереднє внесення свіжого або зброженого посліду в ґрунт. Такий метод забезпечує швидке постачання рослин необхідними елементами, однак вимагає обережності через високу концентрацію азоту, що може призвести до фітотоксичності. Щоб уникнути негативних наслідків, послід рекомендується попередньо компостувати. Компостування дозволяє стабілізувати органічні речовини, знижуючи ризик виділення аміаку та інших токсичних газів, і збагачує компост гуміновими сполуками, які поліпшують структуру ґрунту і сприяють збереженню вологи.

Іншим способом використання пташиного посліду є його застосування в рідкому вигляді у формі біогумусу або рідкого органічного добрива. Для цього послід розчиняють у воді, отримуючи рідку суспензію, яку можна застосовувати для кореневого та позакореневого підживлення рослин. Такий метод дозволяє рівномірно розподілити поживні речовини по всьому обсягу ґрунту і забезпечує швидке їх засвоєння рослинами.

Пташиний послід також використовується як компонент у складі органічних добрив, змішаних з іншими органічними матеріалами, такими як торф, солома, опале листя тощо. Така суміш проходить процес ферментації, що забезпечує більш рівномірне виділення поживних речовин та підвищує ефективність добрива.

Науковий керівник: Прокопенко Н.В., доц., к.б.н.

ПРОЦЕСИ ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОДОЙМ В МІСЬКИХ УМОВАХ

Журавський В. О. здобувач третього рівня вищої освіти.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна

Забруднення природних вод завдає значної шкоди як навколишньому середовищу, так і економіці. У водних екосистемах відбуваються серйозні, а іноді й незворотні порушення в розвитку біоценозів, що супроводжуються зменшенням біологічного потенціалу водойм. Забруднені водойми часто стають частково або повністю непридатними для господарського використання, а також можуть виступати джерелами поширення інфекційних хвороб серед людей і тварин.

Природна водойма є екологічно збалансованою біологічною системою, яка має здатність до самоочищення та самовідновлення. Проте цей природний баланс може бути порушений як внаслідок природного старіння, так і в результаті надмірного надходження органічних речовин і поживних елементів, що призводить до штучного забруднення. Органічні сполуки, потрапляючи у водойму, частково розчиняються у воді, частково осідають на дно, де утворюється органічна маса, що піддається розкладанню гнильними мікроорганізмами — бактеріями і грибами. У процесі цього розкладання з води інтенсивно споживається розчинений кисень, а у водне середовище потрапляють продукти розпаду — біогенні елементи, зокрема азот і фосфор. Надмірна кількість цих речовин призводить до дисбалансу біоценозу, пригнічення природного самоочищення та трансформації водойми в евтрофний стан, що фактично означає його заболочування.

Проблема евтрофікації дедалі більше загострюється для різноманітних типів водних екосистем. При евтрофуванні істотно змінюється трофічна структура: надходження біогенних і органічних речовин викликає інтенсивне розмноження водоростей та ціанобактерій, які перетворюють надлишок поживних елементів у біомасу. Це, у свою чергу, призводить до «цвітіння» води, дефіциту кисню та замулювання дна водойм. Водночас створюються сприятливі умови для розвитку патогенних мікроорганізмів і збудників хвороб.

Евтрофні водойми характеризуються високим вмістом азоту та фосфору. Через значну щільність біоти відбувається зниження концентрації кисню у придонних шарах води, особливо в період застою. У процесі ерозії та вилуговування водойма поступово наповнюється наносами, збагачується біогенними елементами, що стимулює ріст фітопланктону. При фотосинтезі планктон виділяє кисень, який перенасичує поверхневі шари води та випаровується. Водночас відмерлий планктон опускається в нижні шари, де його споживають редуценти, що також споживають кисень, зменшуючи його вміст у воді.

«Цвітіння» води, особливо викликане синьо-зеленими водоростями, розглядається як екологічне лихо, адже вода втрачає свою придатність до

використання. У таких умовах значно зростає вторинне забруднення водойми та інтенсивність її замулювання.

Отже, дослідження процесів евтрофікації має не лише екологічне та біологічне, а й медико-гігієнічне значення, зважаючи на можливі ризики для здоров'я населення.

Об'єктом даного дослідження є процес евтрофікації водойм у місті Кіровоград. Для цього було обрано три водойми, розташовані на території міста: водойма в районі вулиці Беляєва, водойма в мікрорайоні Новомиколаївка під назвою «Чайне блюдо», а також «Солдатський став».

Усі три водойми характеризуються слабкою проточністю. Біопродуктивність у них надзвичайно висока; фіксується інтенсивне нарощування біомаси, переважно представників родини ряскових (зокрема маленької ряски), що прискорює процес евтрофування. Принаймні протягом останнього десятиріччя поверхня води в цих ставках у весняно-літньо-осінній період покрита ряскою на 50–85%. Усі зазначені водойми перейшли в евтрофну стадію внаслідок втрати проточності в літній період, високого рівня антропогенного впливу, а також природного старіння.

Результати проведених досліджень хімічних і мікробіологічних показників води свідчать про перевищення гранично допустимих концентрацій за такими параметрами, як біохімічне споживання кисню (БСК), вміст фосфору та амонійного азоту. Значна кількість завислих речовин зумовлює підвищення мутності води.

Біоіндикація токсичності за допомогою дафній показала, що водне середовище в усіх досліджених водоймах має слабку токсичність (хронотоксичність) і належить до четвертого класу забрудненості. Джерелом антропогенного навантаження на досліджені водойми є низка основних чинників, зокрема:

1. Надходження забруднених підземних вод, що спричиняє зниження здатності водойм до самоочищення.
2. Поверхневий стік з автомобільних доріг і городів приватного сектору.
3. Недбайливе ставлення мешканців до водойм, що проявляється у скиданні побутового сміття безпосередньо у водойму.
4. Миття автомобілів із застосуванням миючих засобів безпосередньо на берегах водойм мешканцями прилеглих мікрорайонів.

З огляду на сучасні практичні розробки у сфері запобігання процесам евтрофікації, для покращення екологічного стану водойм доцільно використовувати біопрепарат Мікрозім™ «Понд Тріт». Цей препарат містить 12 штамів природних аеробних факультативних мезофільних мікроорганізмів, які використовують як джерело енергії органічні речовини та сполуки азоту й фосфору, що містяться у воді та донних відкладах. Комплекс природних мікроорганізмів, виділений з екосистем екологічно збалансованих водойм, сприяє нейтралізації наслідків забруднення, зменшенню загального навантаження на екосистему і відновленню природного процесу біологічного

самоочищення. Застосування препарату дозволяє вже протягом одного теплого сезону досягти відповідності якості води санітарно-гігієнічним нормам.

Отже, для всіх досліджених водойм на території м. Кіровоград характерним є антропогенний тип евтрофікації. Ознаками високого рівня забруднення є значна кількість донного осаду, підвищена каламутність води, особливо в теплу пору року, наявність плівки на поверхні, неприємний запах, активне газоутворення, надмірне розмноження фітопланктону, зокрема синьо-зелених водоростей і ряски. За хімічними показниками ці водойми відносяться до 4(а) класу (помірно забруднені), за ступенем сапробності — до α -мезосапробних, за рівнем трофності — до евтрофних. В умовах забруднення найбільше страждає корисна мікрофлора, яка є ключовим елементом біологічної рівноваги та здатності водойми до самоочищення. Для відновлення функціонування водної екосистеми необхідно здійснити очищення води та донних відкладів від гниючих органічних залишків і надлишку біогенних речовин, а також відновити природні механізми самоочищення, що можливо за умови використання мікробіологічних препаратів, зокрема таких, як «Мікрозім Понд-Тріт».

Науковий керівник: Прокопенко Н.В., доц., к.б.н.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ МІСЬКИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Журавський В. О. здобувач третього рівня вищої освіти,

Прокопенко Н.В., доц., к.б.н.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

м.Харків, Україна

Індикатором якості водного середовища в межах населеного пункту виступає наявність водних об'єктів разом із їх прибережними територіями. Це забезпечує послаблення техногенного впливу на довкілля, зниження ймовірності виникнення екологічних катастроф, позитивний вплив на здоров'я людини й навколишнє середовище, а також сприяє покращенню хімічного складу атмосфери. Завдяки водоймам зменшується рівень забруднення повітря, відбувається очищення його від пилу й промислових викидів, а також розсіювання шкідливих атмосферних домішок.

Акваторії разом із зеленими насадженнями покращують атмосферні характеристики міста: прозорість повітря в цих районах на 6–8 % вища, а інтенсивність ультрафіолетового опромінення — на 30 % нижча, ніж у зонах без водойм і зелених масивів. Водоймища й рослинність також впливають на

Збірка матеріалів 87-ї Міжнародної наукової конференції студентів університету.

Секція Кафедри ЕКОЛОГІЇ. 10 квітня 2025 року

повітряні потоки, формуючи сприятливу циркуляцію, знижують перегрів, підвищують вологість та коригують температурний режим. Завдяки цьому повітря з передмість, проходячи над водною поверхнею, може проникати глибоко вглиб урбанізованої території. Загальною тенденцією урбанізації є те, що зі зростанням міст та їх територіальним розширенням навантаження на гідрографічну мережу зростає, що призводить до негативного впливу урбанізованих зон на водойми.

Аналогічні екологічні виклики спостерігаються і в Києві. Так, проблемними залишаються річки Почайна, Либідь, Дніпро з його протоками Михайлівською та Рвач, а також системи ставків: Лаврські, Голосіївські, Китаївські, Совські тощо. У період 1970–1990-х років значна частина унікальних природних територій заплави Дніпра була забудована. Частина залишків природних водойм підлягала реконструкції; додатково створювалися дренажні й декоративні водойми. На місці різноманітних природних водних ландшафтів і біотопів сформувалися стандартизовані об'єкти з низьким рекреаційним і самоочисним потенціалом.

Суттєве антропогенне навантаження спостерігається на водойми Оболонського району Києва. У ці озера скидають технічні води з підприємств і житлових масивів Шевченківського, Подільського та Оболонського районів, а також здійснюється доочищення дощових стоків. Найбільш критичний стан у водойм, розташованих біля доріг, промислових об'єктів, гаражних кооперативів та автостоянок. Такі території часто використовуються як місця скидання побутового, будівельного й великогабаритного сміття. У прибережній зоні більшості водойм району зафіксовано стихійні звалища, які провокують ерозійні процеси на схилах, руйнування берегової лінії та загибель рослинності.

Найсерйознішою загрозою для водойм в умовах урбанізованих ландшафтів є подальша забудова залишків природних територій, включно з прибережними ділянками лісових озер, островами, заплавами річок басейну Дніпра та територіями уздовж Канівського водосховища — від гирла річки Десна до гирла річки Стугна. Це створює ризик повної або часткової втрати природних водних об'єктів у межах міста.

Забруднення водних об'єктів у межах міста зумовлюється переважно поверхневим і дощовим стоком. Серед факторів, які негативно впливають на якість води, значну роль відіграють комунальні та промислові підприємства. Не менш серйозною проблемою є санкціонований і несанкціонований скид стічних вод, що призводить до втрати рекреаційного, рибогосподарського та господарсько-питного потенціалу водойм. Погіршення якості води підвищує ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій як природного, так і техногенного характеру. Зважаючи на просторові та часові чинники, виникає необхідність у проведенні окремих досліджень.

Проблематика водних об'єктів досі залишається актуальною і недостатньо дослідженою, хоча антропогенний вплив на поверхневі води вивчено доволі ґрунтовно. Проведено низку досліджень щодо вмісту важких металів у донних відкладах, впливу діяльності комунальних служб на підземні

й поверхневі води міста. Наприклад, у річці Капустянка в м. Запоріжжя зафіксовано суттєве перевищення допустимих норм вмісту важких металів у донних відкладах.

Основним джерелом забруднення водойм є скидання стічних вод промислових підприємств. Хімічний склад вод у таких об'єктах визначається залежно від їхнього розташування в межах міських територій або за їх межами. Для оцінки сапробності міських водойм було використано методи біотестування. Водойми Києва відрізняються між собою рівнем гідродинамічної активності.

У місті Харків унаслідок розробки кар'єрів для видобутку піску та будівельних матеріалів сформувалося 17 водойм кар'єрного типу, серед яких найвідомішою є Основ'янська водойма. Крім того, у балках Глибокий Яр, Кітлярчин Яр, Манжосов Яр та інших було створено 22 ставки. У долинах і заплавах ділянках великих річок розміщено 12 озер, 14 озер-стариць і 5 озерболіт. Більшість із них використовуються як рекреаційні об'єкти прибережних зон або для аматорського рибальства. Частина водойм задіяна в системах технічного водопостачання підприємств.

Журавлівське водосховище спочатку створювалося для технічного водозабезпечення промислових об'єктів, проте водночас використовується і в рекреаційних цілях. Його акваторія розміщується в межах сельбищної території міста — Київського району Харкова, в середній частині якої проходить мостовий перехід. Донні породи водойми переважно складаються з піщаних ґрунтів з прошарками глин, нижче — водонасичена крейда. Іншою рекреаційною водоймою є Ново-Баварське водосховище, акваторія якого розташована в Жовтневому районі Харкова. Тут також переважають піщані донні відклади з прошарками глин та крейди, насиченої водою.

Оцінити якість поверхневих вод можна на основі аналізу зовнішніх джерел забруднення — алохтонних (наприклад, стічні води, забруднені атмосферні опади) — а також внутрішніх процесів, пов'язаних із самоочищенням, які можуть формувати автохтонні джерела забруднення. До таких процесів належить хімічна взаємодія речовин з утворенням складних сполук, осадів та газів.

Зовнішні джерела впливу на водні об'єкти класифікують за різними ознаками: походженням, тривалістю, просторовим розташуванням та характером дії. За походженням джерела поділяються на атмосферні опади, компоненти гідросфери та літосфери, промислові, комунальні, аграрні. Згідно з локалізацією, їх розділяють на точкові, лінійні та площинні джерела впливу.

За тривалістю впливу забруднення поділяють на постійні, періодичні та епізодичні. Забруднюючі речовини можуть потрапляти у водні об'єкти разом зі стічними, інфільтраційними та підземними водами, зворотними зрошувальними або дренажними водами, поверхневим стоком із забруднених територій та атмосферними опадами. Усі ці джерела можуть бути причиною хімічного, фізичного або біологічного забруднення водного середовища.

МОДЕЛЮВАННЯ СЦЕНАРІЇВ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРИТОРІЙ З УРАХУВАННЯМ ПОТЕНЦІАЛУ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ

*Зайцев Є.І., здобувач третього рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна
zaitsev@gmail.com*

Сучасна екологічна наука зіштовхується з викликами, пов'язаними з надмірною експлуатацією природних ресурсів і деградацією екосистем. В умовах глобальних змін клімату та інтенсивного антропогенного впливу виникає необхідність удосконалення інструментів просторового планування. Одним із прогресивних підходів є моделювання сценаріїв використання територій із урахуванням потенціалу екосистемних послуг. Екосистемні послуги — це вигоди, які людина отримує від природи, зокрема регулювання клімату, очищення води, запилення рослин, рекреаційні можливості тощо. Інтеграція цього підходу у процеси просторового планування дозволяє не лише враховувати економічні та соціальні інтереси, а й зберігати екологічну рівновагу. Урахування просторової неоднорідності екосистем і їх здатності до надання послуг відкриває нові перспективи для сталого розвитку.

Моделювання сценаріїв використання територій передбачає створення альтернативних варіантів розвитку землекористування з урахуванням природного потенціалу місцевості. При цьому ключовим завданням є оцінка потенціалу екосистемних послуг у різних зонах. Наприклад, ліси можуть виступати як джерело регуляції мікроклімату, зменшення ерозії ґрунтів і збереження біорізноманіття. Водночас орні землі мають високу продуктивність, але їхнє інтенсивне використання часто супроводжується деградаційними процесами. Для обґрунтованого вибору сценарію необхідно проводити порівняльний аналіз кількох моделей, що враховують як економічні вигоди, так і екологічні втрати.

Методологія такого моделювання базується на використанні геоінформаційних систем (ГІС), які дозволяють візуалізувати просторове розміщення різних типів екосистем і їх характеристик. Завдяки ГІС можливо інтегрувати дані про тип ґрунтів, рослинний покрив, гідрологічні мережі, рівень антропогенного навантаження та кліматичні параметри. Створення тематичних карт потенціалу екосистемних послуг дає змогу прогнозувати наслідки змін землекористування. Наприклад, перетворення природного ландшафту на урбанізовану зону може знизити здатність території до фільтрації води чи зменшення температурних піків.

Існує кілька типів сценаріїв використання територій — екстенсивні, інтенсивні, збалансовані та природоохоронні. Екстенсивні передбачають мінімальне втручання у природні процеси, натомість інтенсивні орієнтовані на максимальне освоєння земель. Збалансовані сценарії шукають компроміс між економічними цілями та екологічними обмеженнями. Природоохоронні сценарії спрямовані на збереження біорізноманіття та функціональної цілісності

екосистем. Вибір оптимального сценарію залежить від стратегічних цілей регіонального розвитку, стану природного середовища та соціально-економічного контексту.

Оцінка екосистемних послуг у контексті просторового планування повинна бути багатовимірною. Наприклад, одні й ті самі ліси можуть одночасно виконувати функції акумуляції вуглецю, захисту від вітрової ерозії та рекреаційного відпочинку. Тому при моделюванні необхідно застосовувати індекси багатофункціональності або методи зважування, які враховують важливість кожної послуги для конкретного регіону. Результати оцінки можуть лягати в основу екологічного зонування територій, що дозволяє визначити зони обмеженого користування, резерви розвитку чи необхідність реставраційних заходів.

Особливу увагу слід приділяти трансформаційним сценаріям, які враховують зміну кліматичних умов, розвиток інфраструктури, урбанізацію та зміну способу життя населення. Такі сценарії дозволяють враховувати динаміку змін у просторі й часі. Наприклад, зростання температур і зменшення кількості опадів можуть негативно впливати на агроєкосистеми, але позитивно — на розвиток певних типів туризму. Таким чином, моделювання має бути адаптивним і гнучким до нових викликів, які постають перед територіальними громадами.

Важливо також включати у моделі соціально-економічні аспекти — зайнятість населення, рівень доходів, доступ до природних ресурсів. Це забезпечує обґрунтованість прийняття рішень щодо розміщення промислових об'єктів, створення охоронних територій або змін у сільському господарстві. Інтеграція природного капіталу в економічне планування стає необхідною умовою для досягнення цілей сталого розвитку. При цьому доцільним є застосування концепції природного капіталу, яка розглядає екосистеми як активи, здатні генерувати цінності протягом тривалого часу.

Моделювання з урахуванням екосистемних послуг також може бути основою для прийняття рішень на рівні державної екологічної політики. Розробка програм збереження водно-болотних угідь, лісових масивів чи степових екосистем повинна ґрунтуватися на достовірних просторових даних. Такі дані можуть бути отримані з дистанційного зондування Землі, супутникового моніторингу, польових обстежень або екосистемного картування. Участь громадськості у процесах збору даних та обговорення сценаріїв також сприяє підвищенню екологічної свідомості населення.

Успішне застосування цього підходу продемонстровано в ЄС через програму MAES (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services), яка дозволяє комплексно оцінювати стан екосистем і їх здатність надавати послуги на різних рівнях — від локального до національного. Завдяки цьому можливо встановити межі екологічної стійкості та розробити інструменти компенсацій за втрати екосистемних послуг. Подібні підходи можуть бути адаптовані в Україні з урахуванням національних особливостей та потреб територіальних громад.

Важливим є також розвиток моделей, орієнтованих на участь зацікавлених сторін — представників місцевої влади, бізнесу, громадських організацій.

Створення просторових моделей із відкритим доступом до даних дозволяє підвищити прозорість прийняття рішень і забезпечити справедливий розподіл ресурсів. Гнучкі моделі дають змогу адаптувати сценарії до змін у законодавстві, економічній ситуації чи екологічному стані. Залучення місцевих знань також посилює точність моделей і забезпечує реалізацію стійких рішень.

У контексті післявоєнного відновлення територій України моделювання з урахуванням екосистемних послуг набуває особливого значення. Відновлення деградованих земель, рекультивация техногенних ділянок, відбудова інфраструктури мають базуватися на екологічно вивірених сценаріях. Переосмислення функцій територій та їх потенціалу може сприяти екологічній ревіталізації регіонів, підвищенню якості життя населення та зміцненню екологічної безпеки. Екосистемний підхід у плануванні відбудови є запорукою стійкого відновлення та формування зеленої економіки.

Наукове обґрунтування моделей потребує міждисциплінарної взаємодії екологів, географів, економістів, урбаністів і соціологів. Така співпраця дозволяє врахувати складні зв'язки між природним середовищем і людською діяльністю, інтегруючи різні підходи до аналізу простору, ресурсів і потреб населення. У процесі моделювання необхідно синтезувати екологічні індикатори, соціальні дані та економічні параметри для створення повноцінної картини потенціалу територій. У перспективі можливе створення інтегрованих платформ моделювання, які дозволяють оперативно коригувати сценарії та враховувати нові дані, що надходять із супутникового моніторингу, сенсорних мереж або результатів польових досліджень. Це може стати базою для створення стратегій адаптації до змін клімату, запобігання ризикам деградації земель і втрати біорізноманіття, а також впровадження природоорієнтованих рішень у міське та сільське планування. Особливо актуальним є використання інструментів оцінки екосистемних послуг для пріоритезації збереження критично важливих екосистем, наприклад, водно-болотних угідь, лісів або прибережних зон. Такий підхід сприяє формуванню стійких сценаріїв просторового розвитку, орієнтованих на збереження екологічної рівноваги та задоволення соціально-економічних потреб.

Моделювання сценаріїв використання територій з урахуванням потенціалу екосистемних послуг є сучасним підходом до просторового планування, що відповідає принципам сталого розвитку. Воно інтегрує екологічні, економічні та соціальні аспекти при прийнятті рішень щодо землекористування, включаючи збереження природи, оптимізацію ресурсів і розвиток рекреацій. Використання геоінформаційних технологій, оцінка багатofункціональності екосистем та участь громадськості підвищують ефективність і прозорість цього процесу.

Оцінка потенціалу екосистемних послуг включає визначення ключових функцій територій — як регулювання клімату, очищення води, запилення, рекреація — та оцінку їхньої цінності для сталого управління. Врахування природного капіталу сприяє екологічній безпеці й розвитку, з урахуванням не лише поточного стану довкілля, а й його відновлення в майбутньому.

ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА ЕКОТУРИЗМУ

*Зеленько М.О., здобувач третього рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна
zelenko@gmail.com*

У сучасних умовах антропогенного тиску на природне середовище питання збереження біорізноманіття та підтримки екологічної рівноваги набувають особливої актуальності. Природно-заповідні території (ПЗТ) відіграють ключову роль у формуванні стабільного функціонування екосистем і забезпеченні сталого розвитку регіонів. Однією з основ їхнього значення є надання екосистемних послуг – комплексних вигод, які суспільство отримує від природних систем. Ці послуги охоплюють регулювання клімату, очищення води, підтримку ґрунтової родючості, збереження біорізноманіття та рекреаційні можливості. У контексті розвитку екотуризму, який є екологічно збалансованою формою використання природних ресурсів, ПЗТ виступають не лише об'єктами охорони природи, а й ресурсною базою для формування економічно вигідних і соціально відповідальних видів діяльності. Тому аналіз потенціалу екосистемних послуг ПЗТ є важливою науково-практичною задачею для забезпечення інтеграції охоронної, соціальної та економічної функцій у рамках сталого розвитку.

Екосистемні послуги поділяються на чотири основні категорії: продукційні, регулювальні, підтримувальні та культурні. ПЗТ забезпечують широкий спектр цих послуг, зокрема збереження генофонду, захист від ерозії, поглинання вуглецю, формування ландшафтного різноманіття, яке сприяє туристичній привабливості. Природні заповідники, національні та регіональні парки, біосферні резерватори — всі ці об'єкти функціонують як природні лабораторії, які демонструють можливості гармонійного співіснування природи і людини. Вони забезпечують сталу базу для досліджень, освітніх програм, а також для формування екологічної свідомості населення, особливо у молоді.

Сталий розвиток передбачає збалансоване задоволення потреб нинішнього покоління без загрози для можливостей майбутніх поколінь. У цьому контексті екосистемні послуги виступають як фундаментальна складова природного капіталу, яка формує основу екологічної та соціальної стійкості. ПЗТ, зберігаючи екологічні процеси, дозволяють мінімізувати витрати на відновлення природного середовища, забезпечують альтернативні джерела доходу для місцевого населення та створюють можливості для екоосвітньої діяльності. Завдяки інтеграції функцій охорони природи та економічного використання ресурсів ПЗТ можуть служити моделлю сталого розвитку для інших територій.

Культурні послуги екосистем включають естетичне, духовне, рекреаційне й освітнє значення природного середовища. На цьому ґрунтується розвиток екотуризму — туризму, орієнтованого на відвідування природних територій з мінімальним негативним впливом на довкілля та з максимальною користю для

охорони природи і місцевих громад. Екотуризм сприяє збереженню біорізноманіття, формує екологічну культуру, активізує локальні економіки та створює нові робочі місця. Він також виконує просвітницьку функцію, сприяючи поширенню знань про цінність природних ресурсів і необхідність їх охорони.

У низці країн світу, зокрема у Коста-Риці, Південній Африці, Канаді та Швеції, реалізовано десятки програм екотуризму, які водночас забезпечують збереження природи та соціально-економічний розвиток. В Україні приклади можна знайти у Карпатському біосферному заповіднику, Шацькому національному природному парку, Асканії-Новій. Такі об'єкти поєднують екологічну освіту, інфраструктурну доступність і рекреаційний комфорт, не порушуючи природну рівновагу. Ключовим чинником успішності є участь місцевих громад, які отримують вигоди від охоронної діяльності через зайнятість, розвиток малого бізнесу й освітні ініціативи.

Ефективне управління ПЗТ має ґрунтуватися на розумінні екосистемних послуг як стратегічного ресурсу. Інструментами такого управління є екосистемне планування, залучення зацікавлених сторін, інтеграція з просторовим розвитком територій. Необхідне формування екосистемного підходу в екологічній політиці, де природні ресурси оцінюються не лише з точки зору видобутку, а й з огляду на їхню здатність підтримувати життя. Впровадження оцінки екосистемних послуг у прийняття рішень на національному та регіональному рівнях сприятиме прийняттю збалансованих рішень щодо використання природних ресурсів.

Оцінка вартості екосистемних послуг дозволяє кількісно відобразити їх значення для суспільства та економіки. Це відкриває можливість для розробки механізмів оплати за екосистемні послуги (ПЕС), підтримки з боку держави, стимулювання інвестування в природоохоронні ініціативи. Наприклад, встановлення плати за вхід до національного парку або за проведення екскурсійних маршрутів дає змогу фінансувати заходи з охорони природи, не створюючи додаткового навантаження на бюджет. Водночас, це підвищує обізнаність відвідувачів про значення збереження природних систем.

Місцеві громади мають бути залучені до управління природно-заповідними територіями на всіх етапах — від планування до реалізації проектів. Їхня участь забезпечує легітимність рішень, сприяє формуванню позитивного ставлення до охорони природи та знижує конфліктність у використанні ресурсів. Залучення громадян до туристичних і просвітницьких проектів дає змогу створити робочі місця, розвивати зелену економіку та укріплювати соціальну згуртованість. Це особливо важливо для сільських територій, де екотуризм може стати джерелом сталого доходу.

ПЗТ слугують ідеальними просторами для проведення наукових досліджень, навчальних практик та еколого-освітніх заходів. У межах екотуризму можна організовувати екскурсії, інтерактивні майстер-класи, польові школи, які сприяють підвищенню рівня екологічної свідомості серед різних вікових груп. Наукові дослідження в таких зонах дають змогу краще

зрозуміти механізми функціонування екосистем, оцінити наслідки змін клімату, розробити адаптаційні стратегії для охоронюваних територій.

Одними з найбільших викликів для ПЗТ є глобальні зміни клімату, урбанізація, інфраструктурне розширення та зростання туристичного навантаження. Втрата біорізноманіття, деградація ландшафтів і зниження якості екосистемних послуг ставлять під загрозу як екологічну, так і економічну сталість. Тому важливо впроваджувати стратегії адаптації до кліматичних змін, розвивати екологічну інфраструктуру, контролювати антропогенний вплив через системи моніторингу та регулювання потоків туристів.

Сучасні цифрові технології, зокрема геоінформаційні системи (ГІС), дають можливість ефективно картувати, оцінювати та прогнозувати стан екосистемних послуг. Вони дозволяють ідентифікувати зони підвищеної вразливості, планувати маршрути екотуризму, оптимізувати управлінські рішення. Завдяки ГІС стає можливим поєднання природоохоронних цілей з просторовим розвитком територій, що сприяє інтеграції ПЗТ у загальну стратегію регіонального планування.

Управління природно-заповідними територіями (ПЗТ) у ХХІ столітті потребує комплексного та системного підходу, що виходить за межі традиційної природоохоронної парадигми. Успішне функціонування ПЗТ більше не може спиратися виключно на природничо-наукову експертизу, орієнтовану на вивчення біорізноманіття, гідрологічних процесів чи ґрунтового покриву. Сучасні виклики, такі як урбанізація, кліматичні зміни, деградація екосистем та соціально-економічні дисбаланси, вимагають міждисциплінарного залучення фахівців різного профілю. Економісти відіграють ключову роль у розрахунку екосистемних послуг, оцінці економічної доцільності охоронних заходів, створенні моделей сталого використання природних ресурсів. Соціологи та урбаністи досліджують вплив ПЗТ на якість життя, доступність рекреаційних послуг, взаємодію міського населення з природним середовищем. Юристи забезпечують правові механізми збереження територій, формування відповідного законодавчого поля, захист прав користувачів і власників. Освітняни, у свою чергу, формують екологічну свідомість населення, зокрема молоді, через навчальні програми, екопросвітницькі заходи та екотуризм.

Тільки завдяки скоординованій міждисциплінарній взаємодії можна забезпечити комплексне бачення екосистемних процесів, взаємозв'язків між природними компонентами та соціальними інституціями. Такий підхід дозволяє враховувати екологічні, економічні, правові, соціальні та культурні аспекти функціонування ПЗТ. Наприклад, планування екотуристичних маршрутів має поєднувати знання про середовища існування рідкісних видів із логістичними розрахунками, правовими обмеженнями і запитами місцевих громад. Ефективна інтеграція ПЗТ у соціально-економічний контекст є передумовою для збереження природної спадщини у довготривалій перспективі. Збалансоване вирішення питань доступності до природних ресурсів, їх охорони, економічної вигоди від використання екосистемних послуг та

збереження їхньої культурної цінності можливе лише в умовах міжсекторального співробітництва.

Екосистемні послуги природно-заповідних територій становлять базову платформу для моделювання політик сталого розвитку. Вони забезпечують широкий спектр функцій — від регулювання клімату, очищення повітря та води, збереження ґрунтів до рекреаційної, естетичної та духовної цінності. Ці послуги мають як пряме, так і опосередковане значення для добробуту суспільства, виступаючи базисом для безперервного функціонування економічних і соціальних систем. У реаліях зростаючого антропогенного навантаження, урбанізації та глобальних екологічних трансформацій саме природно-заповідні території залишаються відносно стабільними осередками природних процесів, зберігаючи функціональну цілісність екосистем.

Особливо актуальним є розвиток екотуризму, який базується на використанні культурних і рекреаційних екосистемних послуг. Екотуризм виступає інструментом екологічного просвітництва, стимулює підвищення рівня екологічної культури, залучає місцеве населення до природоохоронної діяльності. Крім того, екотуризм забезпечує додаткові економічні надходження для громад, створюючи робочі місця, розвиваючи сферу обслуговування, традиційні промисли та інфраструктуру. Він сприяє збереженню культурного ландшафту, традиційної екологічної мудрості та національної ідентичності.

Для повноцінної реалізації потенціалу екосистемних послуг ПЗТ необхідна інтеграція екосистемного підходу в державну політику та місцеве самоврядування. Це включає впровадження механізмів оцінки вартості екосистемних послуг, фінансування охоронних заходів, залучення інноваційних технологій моніторингу та управління. Надзвичайно важливо забезпечити участь місцевих громад у прийнятті рішень, розробці екотуристичних маршрутів, програм екопросвіти та менеджменту територій.

Впровадження цифрових технологій, зокрема ГІС, дистанційного зондування, мобільних додатків для екотуристів, дозволяє удосконалити управління ПЗТ, підвищити рівень їх доступності та безпеки. Аналітичні моделі, засновані на великих даних, дають змогу оперативно реагувати на екологічні загрози, прогнозувати вплив туризму на чутливі екосистеми, контролювати порушення природоохоронного режиму.

Водночас слід враховувати ризики надмірного антропогенного навантаження, комерціалізації та деградації культурного ландшафту. Для запобігання таким явищам необхідне дотримання принципів збереження природної рівноваги, відповідального туризму, встановлення чітких нормативів і лімітів відвідування. Освіта та просвіта мають відігравати ключову роль у формуванні етичного ставлення до природи, підвищенні обізнаності туристів і місцевого населення щодо важливості збереження ПЗТ.

Ефективне управління ПЗТ потребує постійного моніторингу, оцінки біорізноманіття та аналізу результативності охоронних заходів. Відкритість даних і наукова підтримка забезпечують обґрунтовані довгострокові рішення.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТ

*Карташев С.К., здобувач першого рівня вищої освіти,
Душкін С.С., к.т.н., доц.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна
d.akass@ukr.net*

Екологічна безпека систем водопостачання є одним із ключових аспектів сталого розвитку міської інфраструктури. В умовах зростання урбанізації та техногенного навантаження на довкілля необхідно впроваджувати ефективні механізми контролю якості води, оптимізації її споживання та мінімізації негативного впливу на екосистеми.

Системи водопостачання міст є стратегічно важливими інфраструктурними об'єктами, які безпосередньо впливають на здоров'я населення, соціально-економічний розвиток держави та національну безпеку. Водночас, вода є найбільш вразливим компонентом довкілля, схильним до антропогенного впливу. Сучасні реалії характеризуються суттєвим протиріччям між зростаючими потребами у високоякісній питній воді та деградацією водних ресурсів. Незважаючи на важливість цього питання, екологічній безпеці систем водопостачання міст приділяється недостатньо уваги. Відсутність комплексного підходу до вирішення цієї проблеми обумовлює необхідність проведення наукових досліджень та розробки нових рішень.

Основними аспектами екологічної безпеки є: якість питної води, очищення стічних вод, моніторинг і контроль та використання інноваційних технологій.

Якість питної води залежить від показників вихідної природної води та процесу її очищення до питної якості. Оцінка якості природних вод - визначення їх придатності для практичних цілей; здійснюється на основі державних стандартів і нормативів. Якщо оцінка складається з декількох балів (категорій), тоді вона дає характеристику ступеня чистоти або забруднення води, наприклад: дуже чиста, чиста, досить чиста, слабо забруднена, помірно забруднена тощо.

Для оцінки якості вод потрібні не тільки значення показників, але і їх нормативи, які є стандартом якості. Основними стандартами якості є гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднювальних речовин санітарно-гігієнічні, які входять до складу санітарних норм. В Україні якість питної води нормується ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та ДСТУ 7525:2014 Вода питна: вимоги та методи контролювання якості.

Стічні води становлять одну з ключових екологічних проблем, пов'язаних із водопостачанням міст. Вони утворюються внаслідок побутової, промислової та сільськогосподарської діяльності, містять широкий спектр забруднюючих

речовин, включаючи органічні сполуки, важкі метали, нафтопродукти та патогенні мікроорганізми.

Основні джерела стічних вод включають:

- побутові стічні води – утворюються внаслідок життєдіяльності населення та містять біологічні й хімічні забруднювачі, такі як фосфати, нітрати і бактерії;
- промислові стічні води – формуються внаслідок технологічних процесів на підприємствах і можуть містити токсичні речовини, важкі метали, кислоти та луги;
- ливневі стічні води – включають опади, що збирають забруднюючі речовини з міських поверхонь, таких як дороги, дахи та промислові зони.

Неконтрольований скид стічних вод чинить значний вплив на якість водних ресурсів, що використовуються для водопостачання міст.

Для оцінки якості стічних вод необхідно не тільки визначати показники забруднення, а й порівнювати їх із встановленими нормативами. В Україні контроль якості стічних вод регламентується відповідними санітарно-гігієнічними та екологічними нормами, серед яких ключову роль відіграють Гранично допустимі скиди (ГДС) забруднюючих речовин у водні об'єкти. Основними документами, що регулюють якість стічних вод, є ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» та ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування». Виконання цих стандартів забезпечує мінімізацію негативного впливу стічних вод на довкілля та підвищує ефективність систем водопостачання та водовідведення.

Моніторинг у системі водопровідно-каналізаційного господарства (ВКГ) є ключовим інструментом для забезпечення екологічної безпеки та попередження забруднення навколишнього середовища. Комплексний підхід до моніторингу включає оцінку якості води на всіх етапах її використання, від забору до очищення і відведення стічних вод.

Основні етапи моніторингу ВКГ:

- моніторинг джерел водопостачання – контроль якості води у природних водоймах, визначення рівня забруднення та відповідності санітарним нормам.
- моніторинг стану мереж водопостачання та каналізації – оцінка герметичності систем, виявлення протікань і забруднень у трубопроводах;
- моніторинг очисних споруд – контроль ефективності роботи очисних станцій, відповідність викидів нормативним вимогам;
- автоматизований екологічний моніторинг – використання датчиків і систем збору даних для відстеження змін у режимі реального часу.

Такий комплексний підхід дозволяє своєчасно виявляти і ліквідовувати загрози екологічній безпеці, забезпечуючи стабільне функціонування водопровідно-каналізаційного господарства.

Ефективний моніторинг і контроль стічних вод є невід'ємною частиною управління водними ресурсами. Він передбачає регулярний аналіз складу стічних вод, оцінку рівня забруднення та відповідності нормативним вимогам.

Основними методами моніторингу є:

- фізико-хімічний аналіз, що включає визначення рівня рН, вмісту розчиненого кисню, концентрації важких металів та інших показників.
- біологічний контроль, який оцінює вплив стічних вод на водні екосистеми за допомогою біоіндикаторів.

Автоматизовані системи моніторингу, що дозволяють у режимі реального часу відстежувати якість води та оперативно реагувати на забруднення.

Впровадження сучасних методів моніторингу сприяє покращенню управління водними ресурсами та зниженню ризиків екологічного забруднення.

Інноваційні технології відіграють важливу роль у підвищенні ефективності очищення стічних вод та мінімізації їхнього впливу на довкілля. Серед найсучасніших технологій варто виділити:

- електрохімічне очищення, що дозволяє ефективно видаляти органічні та неорганічні забруднювачі;
- фотокаталітична очистка, яка базується на використанні наноматеріалів для розкладу токсичних сполук;
- біотехнологічні методи, що включають застосування генно-модифікованих мікроорганізмів для розщеплення стійких забруднювачів.

Застосування інноваційних технологій сприяє підвищенню ефективності систем водовідведення та зменшенню негативного впливу стічних вод на навколишнє середовище.

Таким чином екологічна безпека систем водопостачання міст є комплексною проблемою, що потребує системного підходу до її вирішення. Вона охоплює широкий спектр питань, від якості питної води та очищення стічних вод до моніторингу та контролю за станом водних ресурсів та впровадження інноваційних технологій.

Для вирішення проблеми екологічної безпеки систем водопостачання міст необхідно: удосконалювати нормативно-правову базу, модернізувати інфраструктуру, впроваджувати інноваційні технології та підвищувати екологічну свідомість населення.

Перелік посилань

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною [Електронний ресурс] : Державні санітарні норми і правила / МОЗ України. - Чинний від 2010-07-01. - Київ, 2010. - 104 с. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>

2. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. - [Чинний від 2015-07-01]. - Київ : Держспоживстандарт України, 2015. - 115 с.

3. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. - [Чинний від 1996-06-19]. - Київ : МОЗ України, 1996. — 149 с.

4. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. - [Чинний від 2014-01-01]. - Київ : Мінрегіон України, 2013. - 112 с.

ЯКІСТЬ ВОД р. ЛОПАНЬ У МЕЖАХ УРБОСИСТЕМИ: ПРАКТИЧНЕ ДОВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВОВИХ ЧИННИКІВ

Кващук М.О., здобувач першого рівня вищої освіти,

Ричак Н.Л., к.г.н., доц.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

м. Харків, Україна

В складних умовах сьогодення, при зростанні антропогенного навантаження, наслідків воєнних дій відбувається збільшення навантаження та виснаження водних ресурсів. Питання збереження та покращення якості поверхневих вод набуває особливої практичної важливості. Річка Лопань, що протікає в умовах урбанізованого середовища, зазнає значного впливу з боку промислових, комунальних джерел забруднення та поверхневого стоку з території. Визначення основних чинників, що формують якість вод, та ідентифікація пріоритетних забруднюючих речовин є необхідною передумовою для розробки ефективних заходів з охорони та відновлення водних екосистем. Таким чином, проведення дослідження спрямованого на аналіз чинників впливу в умовах урбосистеми є вкрай актуальним для забезпечення сталого водокористування та екологічної безпеки регіону.

Мета дослідження – визначити найбільш важливі чинники, що впливають на екологічний стан поверхневих вод річки Лопань. Об'єктом дослідження є: якість поверхневих вод в умовах урбанізованої геосистеми басейну р. Лопань. Предметом досліджень є: концентрації хімічних елементів та їх сполук у поверхневих водах

Лопань — транскордонна річка, що протікає в Російській Федерації (Белгородська область) та в Україні (Харківська область, м Харків). Річка Лопань впадає в річку Уди на віддалі 52 км від її гирла, будучи її лівою притокою. Довжина річки складає 96 км. Площа водозбору річки 2000 кв. км, середня висота водозбору 170,7 м, середній ухил водозбору 0,621 м/км. Витрата води за 17 км від гирла становить 2,24 м/сек. Лісистість басейну складає 15,6%, озерність 0,8%, заболоченість 0,7%, розораність 42,4%. Гідрографічна мережа басейну річки розвинута слабо. Швидкість течії 0,2 — 0,3 м/сек. Береги низькі, в межах м. Харкова обваловані або фанеровані гранітом, а русло поглиблене. Живлення річки в основному снігове, дощове. Довжина р. Лопань у м. Харків – 20 км. За даними Національної Доповіді для р. Лопань індекс забруднення води складає 2,3, що відповідає помірно-забрудненому класу якості води (3 клас якості води). Урболандшафтна басейнова геосистема дослідження складає 16 тис. га, з яких (у відсотках) 42 % - селітебна підсистема, 7 % - транспортна підсистема, 10 % - промислова, 41 % полірекреаційна підсистема. Екологічний стан урбанізованої території водозбірного басейну визначається такими антропогенними чинниками: забрудненням від стаціонарних джерел; забрудненням від пересувних джерел та транспортної інфраструктури;

забрудненням від підприємств невидобничої сфери; забрудненням від комунального господарства та експлуатації житла у приватному секторі.

Урбанізована геосистема басейну р. Лопань ніколи не славилася потужними промисловими підприємствами. У довоєнний час на території дослідження працювали до 120 промислових підприємств. Були представлені підприємства хімічної, будівельної та харчосмакової промисловості, торгівля. Значний внесок у обсяги забруднення довкілля сьогодні вносять окремі працюючі промислові підприємства, вагомий внесок вносить автотранспорт, торгівля, стічні води, що утворюються на території дослідження

Велике значення в межах району дослідження має транспортне забруднення. Взагалі, географічне розташування території відносно центру та решти міста та наявних шляхів сполучення зумовило формування в ньому розвиненої транспортної інфраструктури, це магістральні шляхи: вулиця Полтавський Шлях, вул. Євгена Котляра, Холодногірська.

Крім автомобільного транспорту на формування забруднення повітря в районі, що досліджується, також суттєво впливає залізничний транспорт та його інфраструктура. В межах району розташовується один з найдавніших та найпотужніший в Україні залізничний транспортний вузол. На території дослідження розташовані підприємства залізничної транспортної інфраструктури, що також виступають джерелом забруднення. В структурі викидів від залізничних підприємств переважає окис вуглецю, окиси азоту та тверді речовини. Разом вони дають три чверті відповідних викидів в районі дослідження. Причому викид окису вуглецю складає 31% загального обсягу викиду, окисів азоту 24%, твердих речовин 21%. Дещо менші обсяги викидів двоокису сірки та летких органічних сполук – по 11%.

Основним джерелом утворення ресурсів поверхневих вод є атмосферні опади. В процесі їх попадання з повітряного середовища і земною поверхнею формується поверхневий стік. Він характеризується об'ємом і якісним складом. Сезонність і неперіодичність утворення, значні об'єми і сильна забрудненість, неможливість повної утилізації зливових і талих вод у системах водопостачання вказують на відсутність альтернативи їх скидання у водні об'єкти. Надходження поверхневого стоку у водні об'єкти з території міста, забрудненого речовинами мінерального і органічного походження, значно погіршує якість річки на урбанізованій території. На балансі комунального підприємства Комплекс з експлуатації об'єктів водозниження зливної каналізації м. Харкова утримується 502,7 км мереж зливної каналізації з усіх районів міста. У р. Лопань скидаються стічні води з 78 водовипусків, за даними на 2021р. Екологічний стан водного об'єкта в межах міста — стабільно напружений У сучасних гідроекологічних дослідженнях поверхневий стік з урбанізованої території розглядається як чинник формування якості річкових вод (В.М. Самойленко, 2007, С.І. Сніжко, 2003).

Поверхневі води атмосферного походження є джерелами фізичного забруднення природних водойм, що призводить до їх обміління та замулювання. У той же час, ці стічні води можуть вимивати місцевий і

промисловий бруд, який потрапляє у природні водойми. До поверхневих вод атмосферного походження відносяться: дощові стічні води, тала вода та мийні стічні води.

Нами були проведені дослідження для виявлення впливу урбанізованої території водозбірного басейну р. Лопань на стан поверхневих вод. Дослідження проводились на території урболандшафтної басейнової геосистеми р.Лопань. Дослідження проводилось на обраних трьох репрезентативних ділянках: при переході межі урбанізованої території м. Харкова руслом р. Лопань (мінімальний вплив урбанізованих процесів на поверхневі води Лопані), середня частина русла річки (потужний вплив селітебної і транспортної підсистем міста), нижня частина русла річки, біля гирла (центр міста, вплив транспортної підсистеми). В результаті хімічного аналізу встановлено перевищення вмісту за міддю у 1,5 ГДК, за свинцем (у сполуках сульфатів і карбонатів) – до 1,5 ГДК (вище за течією) та 1,7 ГДК(нижче за течією), а також перевищення вмісту заліза– 1,3 ГДК і 1,5 ГДК відповідно.

Токсиканти, що потрапляють у річку, адсорбуються завислими речовинами і під впливом гравітаційних сил осідають на дно, де накопичуються в донних відкладах. Це може сприяти погіршенню якості поверхневих вод річки. Тому для визначення впливу урбанізованої системи не менш важливим є дослідження саме донних відкладів.

Розчищення русел річки Лопань і її приток дозволить значно покращити санітарний стан річки, поліпшити їх дренажну здатність, що надасть значне зниження рівня ґрунтових вод в прибережних районах. Ремонт гідротехнічних споруд (гребель) забезпечить можливість безаварійного пропуску весняних паводкових вод, регулювання рівня води в річці при зливових дощах, створить можливість виконання санітарних пропусків води для промивки русла річки у місті.

Узагальнюючи наведені факти можна дійти висновку, що найвагомішими чинниками впливу на якість поверхневих вод річки, що протікає в умовах урбанізованого середовища є змінені природні умови території, забруднення атмосферного повітря (вплив транспортної підсистеми) та стічні води. Рівень забруднення останніх залежить, в першу чергу, від рівня благоустрою і роду поверхні; рівня забруднення водозбору та стану атмосферного повітря; інтенсивності руху транспорту.

Таким чином, спостерігаємо значний вплив поверхневого стоку, що відводиться з урбанізованої території на зниження якості поверхневих вод р. Лопань.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИКИДІВ НАСІННЄОБРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

*Кондратьєва О.В., здобувач першого рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна*

Стан атмосферного повітря є одним із найважливіших показників екологічної безпеки, особливо в умовах інтенсивного розвитку промисловості. Серед численних джерел забруднення атмосферного повітря особливу увагу заслуговують агропромислові підприємства, зокрема насіннєобробні. Такі підприємства, окрім загальнотехнічних джерел викидів, продукують специфічні аерозолі, пил та леткі органічні сполуки. Під час обробки насіння (сушіння, очищення, протруювання) в повітря потрапляють дрібнодисперсні частинки, хімічні реагенти та залишки пестицидів, що створює ризики як для працівників, так і для населення прилеглих територій. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває вивчення складу, обсягів і характеру викидів таких підприємств. Оцінка впливу викидів на якість атмосферного повітря дозволяє розробити ефективні заходи для зменшення забруднення. У вступі важливо визначити методичні підходи до оцінювання, а також вказати нормативні документи, що регулюють допустимі рівні забруднювачів. Метою цього дослідження є аналіз впливу викидів насіннєобробного підприємства на стан повітряного середовища з урахуванням санітарно-захисної зони та природно-кліматичних умов. Отримані результати можуть стати основою для підвищення екологічної відповідальності підприємств агросектору.

У процесі виробничої діяльності насіннєобробні підприємства викидають в атмосферу широкий спектр забруднювальних речовин. Основними джерелами викидів є очисні машини, сушильне обладнання, установки для хімічного протруювання насіння. Пил, який утворюється при очищенні та транспортуванні насіння, належить до дрібнодисперсних речовин, що можуть тривалий час залишатися в повітрі та проникати в дихальні шляхи людини. До складу пилу можуть входити залишки органічної речовини, пестициди, фунгіциди, барвники та інші агресивні компоненти. Під час сушіння насіння виділяються леткі органічні речовини (ЛОР), які мають неприємний запах і спричиняють погіршення якості повітря. Хімічні препарати, що застосовуються для протруювання, також є джерелом небезпечних викидів – зокрема формальдегіду, фосфорорганічних сполук та інших токсичних компонентів. Ці речовини можуть викликати подразнення слизових оболонок, алергічні реакції, а за тривалого впливу – хронічні отруєння. Таким чином, навіть у межах одного підприємства формуються багатокомпонентні викиди, що потребують детального аналізу та контролю.

Викиди від насіннєобробних підприємств не є рівномірними ні за обсягом, ні за розташуванням. Основні джерела локалізуються в зонах активного технологічного процесу: ділянки очищення, сушіння, протруювання, фасування.

Викиди з сушарок зазвичай подаються у повітря через вентиляційні труби, що мають висоту до 15 метрів, тоді як пил із транспортерів може потрапляти у повітря на рівні земної поверхні. Це створює різний ступінь поширення забруднювальних речовин у вертикальному та горизонтальному напрямках. Залежно від швидкості та напрямку вітру, речовини можуть мігрувати на відстані до кількох сотень метрів, впливаючи на довкілля та населення житлових зон. Аналіз розміщення підприємства в контексті населеного пункту є важливим для визначення потенційних зон впливу. Також необхідно враховувати мікрокліматичні умови: рельєф місцевості, наявність зелених насаджень, вологість повітря, температуру. Усі ці фактори визначають розсіювання та концентрацію шкідливих речовин у приземному шарі повітря. Просторовий аналіз дозволяє планувати санітарно-захисні зони та зони моніторингу атмосферного повітря.

До основних забруднювачів атмосферного повітря, що утворюються в результаті діяльності насіннеобробних підприємств, належать пил органічного походження, аміак, формальдегід, залишки пестицидів, феноли та леткі органічні сполуки. Пилові частинки діаметром менше 10 мкм (PM10) становлять найбільшу небезпеку для здоров'я, оскільки легко проникають у дихальні шляхи. Формальдегід, що використовується в деяких протруйниках, має канцерогенні властивості та навіть за низьких концентрацій може спричиняти подразнення очей, носа, горла. Аміак і його сполуки мають різкий запах і при тривалому впливі призводять до подразнення слизових оболонок. Відомо, що комбінований вплив кількох речовин може викликати синергетичний ефект, поглиблюючи негативні наслідки для здоров'я людини. Особливо вразливими є діти, літні люди та особи з хронічними захворюваннями дихальної системи. Забруднення повітря також впливає на тварин, рослинність та загальний стан екосистем. Визначення концентрацій забруднювачів дозволяє зробити висновки щодо необхідності впровадження технічних і санітарних заходів.

Для аналізу впливу викидів насіннеобробного підприємства на атмосферне повітря застосовуються як інструментальні, так і розрахункові методи. Інструментальні методи передбачають безпосередній відбір проб повітря на межі санітарно-захисної зони та їх аналіз у лабораторних умовах з використанням газоаналізаторів, спектрофотометрів, хроматографів тощо. Розрахункові методи базуються на математичних моделях розсіювання забруднювальних речовин у повітрі залежно від висоти джерела, швидкості вітру, температури, рельєфу місцевості. Часто використовується методика МКОНД-2022 або комплексна програма «Екоаналіз-Повітря». Дані порівнюються з гранично допустимими концентраціями (ГДК), установленими державними санітарними нормами. У процесі оцінки важливо враховувати як середньодобові, так і максимально разові концентрації забруднювачів. За перевищення нормативів проводяться розрахунки платежів за забруднення та застосовуються штрафні санкції. Використання GIS-технологій дозволяє створити карту впливу та моделювати різні сценарії поширення викидів. Врахування усіх цих методів дозволяє здійснювати системний моніторинг і планувати екологічні заходи.

Санітарно-захисна зона (СЗЗ) відіграє ключову роль у захисті населення від шкідливого впливу промислових викидів. Для насіннеобробних підприємств мінімальна ширина СЗЗ зазвичай становить 100–300 метрів залежно від потужності підприємства та характеру забруднення. У межах цієї зони заборонено будівництво житлових будинків, дитячих установ, лікарень та інших соціально значущих об'єктів. Ефективність СЗЗ залежить від правильного її планування з урахуванням напрямку переважаючих вітрів, рельєфу, густоти забудови. Одним із способів посилення захисної функції є озеленення території — створення захисних лісосмуг або посадка високостеблової рослинності. Зелені насадження не тільки затримують пил, а й сприяють фільтрації повітря від летких органічних сполук. Дотримання вимог щодо СЗЗ дає можливість суттєво знизити ризики для населення. У випадку розташування підприємства в межах населеного пункту можливе обґрунтування змін у СЗЗ за результатами розрахунків концентрацій забруднювачів. Постійний контроль якості повітря в межах і за межами СЗЗ дозволяє вчасно реагувати на екологічні загрози.

Аналіз опублікованих досліджень свідчить про значний вплив викидів насіннеобробних підприємств на стан атмосферного повітря. Наприклад, у дослідженні, проведеному в Черкаській області, було виявлено перевищення рівня пилу в приземному шарі повітря на 60% у порівнянні з фоновими показниками. У ще одному випадку в Київській області зафіксовано перевищення формальдегіду в повітрі в два рази під час інтенсивного сезону протруювання насіння. У місті Кропивницькому в межах СЗЗ одного з підприємств виявлено періодичне перевищення гранично допустимих концентрацій аміаку. Такі результати підкреслюють необхідність регулярного моніторингу повітря не лише під час запуску підприємства, а й у процесі його діяльності. Крім того, важливо залучати громадськість до контролю за станом довкілля — шляхом встановлення громадських пунктів контролю повітря або інтеграції мобільних екологічних лабораторій. Результати досліджень мають лягати в основу екологічної політики підприємства, зокрема коригування технологічних режимів, модернізації обладнання та вдосконалення фільтраційних систем.

Сучасні технології дають змогу суттєво зменшити викиди забруднювачів під час обробки насіння. Ефективним рішенням є аспіраційні системи з фільтрацією пилу через циклони, рукавні або електрофільтри. При використанні хімікатів важливо забезпечити герметичність обладнання, витяжну вентиляцію та утилізацію парів. Доцільно переходити на менш токсичні препарати та автоматизувати процеси, що знижує випадкові викиди. Аналіз впливу викидів насіннеобробних підприємств засвідчує їхній значний вплив на атмосферу. Основними забруднювачами є пил, ЛОС, пестициди, аміак і формальдегід. Їх надмірна концентрація шкодить довкіллю та здоров'ю людей. Для зменшення впливу потрібні фільтраційні системи, контроль викидів, модернізація обладнання й дотримання екологічних норм.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИБОРУ ПРІОРИТЕТНОГО СПОСОБУ УТИЛІЗАЦІЇ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВІДХОДІВ НА ПРОФІЛЬНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

*Коровякіна О.В., здобувач першого рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна*

Фармацевтичні відходи становлять одну з найскладніших категорій промислових відходів через специфіку їхнього хімічного складу, токсичності та потенційного впливу на довкілля. Зростання обсягів виробництва лікарських засобів і розширення мережі аптек обумовлює накопичення значної кількості таких відходів, що потребують спеціального поводження. Невідповідне або несвоєчасне знешкодження фармацевтичних відходів може спричинити проникнення активних фармацевтичних інгредієнтів у ґрунт, воду та біоту, що має критичні екологічні наслідки. Зокрема, наявність антибіотиків у стічних водах стимулює розвиток резистентних мікроорганізмів, створюючи глобальні ризики для здоров'я людини. Профільні підприємства, що займаються збиранням, транспортуванням, зберіганням і утилізацією фармацевтичних відходів, повинні впроваджувати системи екологічного управління, орієнтовані на мінімізацію впливу цих речовин на довкілля. Вибір способу утилізації має ґрунтуватися не лише на економічних або технологічних критеріях, а передусім – на екологічних характеристиках методів знешкодження. У статті здійснено аналіз пріоритетних способів утилізації фармацевтичних відходів та обґрунтовано критерії екологічного вибору найдоцільнішого варіанту для підприємств відповідного профілю.

Для вибору оптимального способу утилізації необхідно розуміти типологію фармацевтичних відходів. Вони поділяються на кілька основних груп: непридатні до використання лікарські засоби, залишки субстанцій та реагентів, прострочені препарати, упаковка з-під ліків, а також відходи, що утворюються під час дослідницької та виробничої діяльності. Окрему категорію складають цитотоксичні та гормональні препарати, які вимагають особливо обережного поводження. Усі ці види відходів класифікуються згідно з Національним класифікатором відходів та відповідними положеннями Базельської конвенції. Варто зазначити, що частина таких відходів може містити біологічно активні речовини, які зберігають свою токсичність протягом тривалого часу. Отже, утилізація повинна запобігати потраплянню активних компонентів у навколишнє середовище.

Основними джерелами утворення таких відходів є виробничі процеси, науково-дослідні лабораторії, логістичні комплекси, аптеки та заклади охорони здоров'я. Підприємства фармацевтичної галузі генерують значні обсяги як твердих, так і рідких залишків. У виробництві препаратів можуть утворюватися відходи як органічного, так і неорганічного походження, а також змішані фракції. Під час миття обладнання використовуються великі обсяги води, що після

контакту з хімічними речовинами набуває статусу небезпечного стоку. Зібрана упаковка, яка контактувала з лікарськими засобами, також вважається небезпечною. Окрім цього, в аптеках та на складах часто накопичуються прострочені медикаменти, які потребують відповідного знищення згідно з чинним законодавством.

Утилізація фармацевтичних відходів регламентується численними законодавчими актами, серед яких особливу роль відіграє Закон України «Про відходи», накази МОЗ, Державні санітарні правила та норми, а також міжнародні угоди. На рівні ЄС діє директива 2008/98/ЄС, яка визначає загальні рамки поводження з відходами, включаючи принцип ієрархії поводження з ними. Усі ці документи передбачають пріоритетність запобігання утворенню відходів, повторного використання, переробки та, у крайньому разі, знешкодження. Для фармацевтичних підприємств обов'язковим є ведення реєстрів утворених і переданих відходів, розробка паспортів небезпечних речовин та наявність ліцензій на поводження з ними.

Найпоширенішими способами утилізації є: високотемпературне спалювання, інкапсуляція, хімічне нейтралізування, автоклавування, сорбційні методи, біологічне розщеплення та утилізація на полігонах з дотриманням спеціальних умов. Кожен із методів має свої переваги та недоліки з точки зору екологічної безпеки, вартості, технічної реалізації та енергоспоживання. Наприклад, спалювання забезпечує майже повне знищення активних речовин, однак супроводжується утворенням токсичних газів, зокрема діоксинів і фуранів. Автоклавування ефективно лише для обмеженої кількості речовин. Хімічне нейтралізування потребує точного дотримання пропорцій та попередньої ідентифікації складу відходів.

При виборі методу утилізації варто керуватися такими екологічними критеріями: ступінь знешкодження токсичних речовин, мінімізація викидів забруднюючих компонентів у повітря, ґрунт і воду, обсяг утворених залишків, енергоємність процесу, використання додаткових хімікатів, а також вплив на зміну клімату. Доцільним є застосування методів екологічного аудитування, зокрема оцінка життєвого циклу (LCA), яка дає змогу порівняти альтернативні технології з урахуванням усіх стадій – від транспортування до фінального знешкодження.

Високотемпературне спалювання забезпечує знищення до 99,9% активних компонентів, проте цей метод пов'язаний із ризиком утворення вторинних токсичних речовин. Діоксини, фурани, оксиди азоту, сірки та важкі метали потрапляють у повітря, що створює додаткове екологічне навантаження. Інкапсуляція й полімеризація обмежують доступ відходів до зовнішнього середовища, але не знешкоджують їх повністю, що створює довгострокову загрозу ґрунтовим та підземним водам. Автоклавування знижує мікробіологічну небезпеку, однак не усуває хімічної активності речовин. Методи біодеструкції, хоч і є екологічно дружніми, мають обмежене застосування, бо не всі фармацевтичні сполуки піддаються біологічному розщепленню. Отже,

комплексна оцінка екологічних наслідків вимагає міждисциплінарного підходу та використання екотоксикологічних моделей.

Успішне поводження з фармацевтичними відходами потребує постійного контролю за викидами та залишками забруднюючих речовин. Підприємство має забезпечити екологічний моніторинг повітря, стічних вод, ґрунту та атмосферних викидів. Для цього доцільно залучати автоматизовані системи контролю, а також проводити періодичні лабораторні дослідження. Важливою складовою є також біоіндикація, що дозволяє оцінити вплив виробничих процесів на живі організми. Результати моніторингу повинні аналізуватись в екологічному звіті, на основі якого оновлюються заходи екологічної безпеки. Такий підхід забезпечує не лише відповідність нормам, але й формує екологічну відповідальність у корпоративній культурі.

Оцінка енергоефективності різних способів утилізації є важливою в контексті сталого розвитку. Наприклад, спалювання потребує значної кількості енергії, а також спеціального обладнання для утримання високих температур і фільтрації газів. У той час як біотехнологічні методи, попри повільний характер, споживають менше енергії й часто можуть функціонувати в автономному режимі. Ресурсна доцільність також пов'язана з можливістю повторного використання упаковки, вилучення цінних компонентів із фармсубстанцій або переробки вторинної тари. Таким чином, вибір методу повинен враховувати не лише екологічні, а й ресурсно-енергетичні характеристики.

На прикладі умовного підприємства, що спеціалізується на утилізації фармацевтичних відходів, можна змодельовати процес екологічного вибору. Спочатку здійснюється аналіз морфологічного складу відходів: частка органічних речовин, наявність цитотоксичних компонентів, вміст рідких і твердих фракцій. Потім проводиться розрахунок екологічного ризику для кожного можливого способу утилізації. Якщо, наприклад, виявляється переважання антибіотиків та стероїдів, спалювання з газоочисними системами буде пріоритетним. Натомість для упаковки з полівінілхлориду доцільніше використовувати методи вторинної переробки з попередньою дезактивацією.

Сучасні біотехнологічні підходи передбачають використання мікроорганізмів і ферментів для розщеплення фармацевтичних речовин. Біореактори та біофільтри можуть стати частиною екологічної інфраструктури підприємства. Попри тривале впровадження, біотехнології суттєво знижують екологічне навантаження. Європейські країни демонструють ефективність комплексних рішень. У Німеччині діє принцип «забруднювач платить», у Швеції — обов'язковий збір медикаментів через аптеки, у Франції — повторне використання активних речовин з упаковок. Ці моделі можна адаптувати до українських реалій із урахуванням наявної інфраструктури. Інноваційні технології, зокрема плазмове знищення, фотокаталітичне окиснення, електрохімічне розкладання та нанофільтри, забезпечують ефективну утилізацію без утворення вторинних забруднень. Цифрові системи контролю та логістики підвищують прозорість процесу.

ЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА ДЛЯ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

*Криворучко М.І., здобувач першого рівня вищої освіти
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна*

Підставою для розробки оцінки впливу на навколишнє середовище ТЕЦ, призначеної для вироблення пари й електроенергії з реконструкцією парових казанів на використання екологічно чистого твердого біопалива, були основні законодавчі та нормативні державні акти щодо питань охорони навколишнього середовища [1-3].

Компоненти оточуючого середовища, на які буде здійснюватися вплив об'єкта, як у період будівництва, так і при експлуатації наступні: повітряне середовище; водне середовище; ґрунт; тваринний і рослинний світ; соціальне й техногенне середовище; шумові й вібраційні фактори; утворення відходів виробництва.

Оцінка впливу на навколишнє середовище організації будівництва відповідно до [1-3] та іншими діючими нормативними документами виконано з метою обґрунтування екологічної безпеки прийнятих проектних рішень та розробки природоохоронних заходів, які дозволять мінімізувати негативний вплив на оточуюче природне середовище в період будівництва та експлуатації об'єкту.

Обґрунтування екологічної безпеки проектного об'єкту з послідовною обробкою заходів щодо ліквідації негативних наслідків для навколишнього середовища та здоров'я населення виконується на етапах:

- будівництво об'єкту та монтаж обладнання;
- експлуатація;
- в аварійних ситуаціях.

Основною метою ОВД є екологічне обґрунтування доцільності реконструкції ТЕЦ, визначення шляхів та засобів нормалізації стану навколишнього середовища, забезпечення вимог екологічної безпеки та оцінка ефективності технічних рішень і заходів по ліквідації (пом'якшенню) можливих очікуваних негативних наслідків для навколишнього середовища та здоров'я населення.

ТЕЦ призначена для вироблення пари й електроенергії, що після реконструкції й переведу парових казанів на використання екологічно чистого твердого біопалива буде продаватися по «зеленому» тарифу (як електрика, зроблена з використанням альтернативних джерел електроенергії). Річний виробіток електроенергії досягне 50 тис. МВт-год (при цьому річний випуск, з обліком витрат на потреби виробництва, складе 40 тис. МВт-год).

Валовий викид забруднюючих речовин в атмосферу складе: 1 -й етап - 1606,4179 т/рік; 2-й етап - 803,209 т/рік. Максимальні приземні концентрації

оксидів азоту, діоксиду сірки й золи нижче санітарних норм; максимальна приземна концентрація оксиду вуглецю без обліку фону незначна – менш 0,05 ГДК.

Скид стічних вод у відкриті водойми відсутній; відсутність фільтрувань у ґрунт виключає негативний вплив на підземні води.

Реконструкція ТЕЦ для виробництва електроенергії з використанням у якості палива твердого біопалива (соломи) не зробить негативного впливу на умови проживання місцевого населення. Реалізація наміченого проекту дозволить організувати 70 робочих місць.

Перелік посилань

1. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від 23.05.2017 р. № 2059-VIII

2. Про затвердження Порядку передачі документації для надання висновку з оцінки впливу на довкілля та фінансування оцінки впливу на довкілля та Порядку ведення Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля : Постанова КМУ від 13 грудня 2017 р. № 1026 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1026-2017-%D0%BF#Text>.

3. Про затвердження критеріїв визначення планованої діяльності, яка не підлягає оцінці впливу на довкілля, та критеріїв визначення розширень і змін діяльності та об'єктів, які не підлягають оцінці впливу на довкілля : Постанова КМ України від 13 грудня 2017 р. № 1010.

Науковий керівник: Вальтер Г.А., доц., к.б.н.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ МОЛОЧНОЇ ГАЛУЗІ

*Літвінова А.Ю., здобувач першого рівня вищої освіти
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна*

Ринок молока та молочних продуктів в Україні є однією з найважливіших і перспективних складових ринку агробізнесу, який входить до двадцятки найбільших виробників молока у світі.

Молочна галузь, включає в себе маслоробну, сироварну, молококонсервну підгалузі, а також виробництво цільномолочної продукції.

В Україні нараховується більше 300 підприємств даної галузі, лідерами серед яких є: ДП «Лакталіс-Україна», ТОВ «Данон», ТОВ «Терра Фуд», ТОВ «Люстдорф», ПрАТ «Молочний альянс», ПрАТ «Вінницький молочний завод «Рошен», ТОВ «Група компаній «Альянс», ПАТ «Вімм-Білл-Данн Україна», ПрАТ «Комбінат «Придніпровський», ПрАТ «Тернопільський молокозавод».

В Україні молочна промисловість виділяється як найбільш ресурсомістка галузь харчової промисловості, це пов'язано з рядом особливостей, притаманних даній промисловості. Такі особливості включають споживання величезної кількості води та використання хімічних речовин для очищення та дезінфекції. Крім того, молочна промисловість також створює стічні води, забруднені органічними речовинами, використовує надмірну кількість пакувальних матеріалів і створює значну кількість твердих відходів. Крім того, молочна промисловість також сприяє викидам в атмосферу.

Вода служить багатьом цілям на молочних підприємствах. По-перше, вона використовується як «технологічна» вода, тобто безпосередньо контактує з продуктом. Крім того, вона використовується для охолодження, регулювання температури потоків і продуктів. Спеціально оброблена пом'якшена вода також використовується для живлення котлів і запобігання утворенню нерозчинних відкладень або корозії в паровій системі. Санітарна вода використовується для миття та дезінфекції. Важливо відзначити, що вода, яка використовується для промислових і санітарно-гігієнічних потреб, повинна бути питної якості.

Молочні підприємства переважно використовують воду для своєї діяльності, але значна її частина перетворюється у стічні води. Підприємства з виробництва згущеного молока, сироватки, пахти створюють значну кількість стічних вод, що містять органічні речовини, такі як компоненти молока, а також хімічні речовини, такі як лужні та кислотні речовини, які використовуються в процесах очищення разом з іншими очисними засобами. Стічні води молокопереробних підприємств відносяться до висококонцентрованих і мають неоднорідний склад. Концентрація забруднюючих речовин у стічних водах різних молочних підприємств може коливатися в широких межах (таблиця 1).

Таблиця 1 – Забруднюючі речовини стічних вод підприємств

Показник	Одиниця виміру	Міські молочні заводи	Заводи сухого та згущеного молока	Молочні комбінати	Маслозаводи
pH	Од.	6,5-8,5	6,8-7,4	6,2-8,5	6,4
Температура	$^{\circ}\text{C}$			17-27	
Завислі речовини	мг/л	-	350	181-351	1280-1730
Сухий залишок	мг/л	-	-	До 2300	-
БСК _{повн}	мг/л	-	-	160-804	
БСК ₅	Мг/л	1200	1000	-	3720-4290
ХСК	мг/л	-	-	-	4650-5360
N (загальний)	мг/л	60	50	-	-
P (загальний)	мг/л	8	7	-	-
Жири	мг/л	До 100	До 100	-	490-520
Хлориди	мг/л	150	150	-	-

Стічні води підприємств молочної промисловості мають у своєму складі:

— завислі речовини. Наявність зважених речовин у рідинах може значно коливатися в межах від 120 до 2100 мг/дм³. Даний забрудник може проявлятися у вигляді твердих часток, які є результатом переробки молока (наприклад, шматочки сиру чи молочної плівки), або у вигляді сторонніх домішок, таких як ґрунт і пісок, що можуть проникнути в каналізаційну систему під час миття обладнання, контейнерів. До 90 % завислих речовин у стічних водах молочного виробництва складають органічні речовини, отримані з білка, такі як кефір, ряжанка, сметана, йогурт, сир. У випадку виробництва морозива вони можуть включати сухе молоко. Концентрація зважених речовин може сильно змінюватися в залежності від конкретного виробничого циклу. Крім того, концентрація зважених твердих речовин у молочних стічних водах може коливатися залежно від часу надходження, причому найбільша кількість домішок присутня під час початкового періоду миття обладнання.

— жири. Концентрація жирів коливається від 40 до 100 мг/дм³ для більшості переробних цехів, за винятком виробників заморожених продуктів, які мають концентрації від 200 до 400 мг/дм³. На жаль, жири негативно впливають на каналізацію. При транспортуванні вони можуть накопичуватися на стінках трубопроводів і колекторів, знижуючи їх пропускну здатність і викликаючи прискорене вимивання бетону. Жири також перешкоджають процесу біологічного очищення, оскільки при їх розпаді утворюються жирні кислоти і змінюється pH середовища до 4,5-5.

На кількість жирів, присутніх у стічних водах, в першу чергу впливає асортимент продуктів, які виробляються, і відповідні технології виробництва. Ці фактори впливають не тільки на концентрацію жирів, що містяться у стічних водах, але й на специфічний різновид цих шкідливих забруднювачів. У стічних водах, що утворюються при виробництві незбираного молока, жири присутні таким чином, що імітують натуральне молоко, оскільки основним джерелом забруднення в цих стоках є втрати молока.

— фосфор, вміст якого може варіюватися від 12 до 85 мг/дм³;

— азот загальний. Основним джерелом азоту в молочних стоках є аміногрупи, які містяться в білкових сполуках. Крім того, невеликі кількості азоту з солей амонію, вироблених аміачними компресорами, також потрапляють у стічні води.

Належна концентрація солей азоту та фосфору є важливою для успішної біологічної очистки стічних вод молочних підприємств, оскільки вони забезпечують розмноження бактерій, необхідних для окислення забруднення стічних вод.

— хлориди. Вміст хлоридів у молочних стічних водах може коливатися від 60 до 450 мг/дм³. Походження цих хлоридів пов'язане з використанням кухонної солі під час виробництва, наявністю хлоридів у молоці, прісній воді та миючих засобах, а також введення охолоджуючих вод у каналізацію. Наявність значної кількості хлоридів у стічних водах молокозаводів дає можливість використовувати електрокоагуляційні та електрофлотаційні методи очищення.

— сульфати. Концентрація сульфатів у молочних стоках може становити від 18 до 70 мг/дм³. До показника сульфатів часто корелюють водневий показник рН, хімічне (ХСК) та біологічне (БСК) споживання кисню. Як правило, свіжа молочна стічна вода має нейтральну або слаболужну реакцію рН. Однак це показник може швидко змінитися через бродіння молочного цукру. На рівень рН цих стічних вод, перш за все, впливає виробничий процес, а також асортимент виробленої продукції. У випадку промисловості, де не використовуються методики молочнокислого бродіння, рівень рН стоків часто близький до нейтрального. Наприклад, на молококонсервних і маслоробних заводах рівень рН становить 6,8-7,4. І навпаки, сироварні, міські молокозаводи та інші підприємства, що виробляють сир і кисломолочну продукцію, скидають певну кількість сироватки в каналізацію. Ця дія призводить до зниження рівня рН стічних вод до 6,2.

Молочна стічна вода відома своїми коливаннями рН протягом дня, які пояснюються утилізацією кислотних і лужних миючих засобів, які використовуються для миття обладнання. Перше викликає швидке зниження рН до 2-3, що призводить до гідролізу органічних відходів продуктів переробки молока, в результаті чого утворюються переважно молочні органічні кислоти. Останні викликають раптове і короткочасне підвищення рН до 9-11 через швидке витікання лужних миючих розчинів, які зазвичай використовуються в молочних підприємствах.

Кисломолочні продукти, такі як сир і кефір, виробляють органічні кислоти, які сприяють підвищенню кислотності стічної води, знижуючи її рН до 3-4.

Враховуючи особливості забруднення стічних вод молочних підприємств, для їх очистки необхідно використовувати комбінацію механічних, фізико-хімічних та біологічних способів очистки.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗБЕРІГАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

*Лустенко Д.В., здобувач першого рівня вищої освіти,
Душкін С.С., к.т.н., доц.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна
d.akass@ukr.net*

Проблема зберігання та утилізації відпрацьованих автомобільних шин є однією з найактуальніших екологічних викликів сучасності. Щороку у світі накопичуються мільйони тон зношених шин, які стають джерелом екологічної загрози через тривалий період розкладу, виділення токсичних речовин та їх негативний вплив на навколишнє середовище.

Неправильне зберігання та несанкціоноване спалювання шин призводить до викидів шкідливих речовин, зокрема важких металів, діоксинів та поліциклічних ароматичних вуглеводнів, що спричиняють забруднення повітря, ґрунтів і водних ресурсів. Крім того, стихійні звалища шин сприяють розмноженню шкідливих комах і гризунів, що може мати епідеміологічні наслідки.

Водночас, відпрацьовані шини є цінним ресурсом, оскільки містять гуму, металевий корд та текстиль, які можна вторинно використовувати в промисловості, будівництві та енергетиці. Однак недостатній рівень технологічного розвитку, відсутність ефективних механізмів переробки та нормативно-правового регулювання в багатьох країнах ускладнюють цей процес. Отже, дослідження екологічних аспектів зберігання та утилізації відпрацьованих автомобільних шин є важливим кроком у вирішенні проблеми їх негативного впливу на довкілля та розробці стійких технологій переробки.

Відповідно до екологічних норм, відпрацьовані шини повинні зберігатися в спеціально відведених місцях з дотриманням вимог пожежної безпеки та санітарних норм [1-3]. Вони мають складатися в закритих або відкритих майданчиках з твердим покриттям, захищених від атмосферних опадів та розташованих на безпечній відстані від житлових зон. Важливо уникати їхнього хаотичного накопичення, оскільки це створює ризик загоряння та сприяє поширенню хвороботворних мікроорганізмів і шкідливих комах.

Проте в реальності часто спостерігаються численні порушення правил зберігання шин. Стихійні звалища, неправильне накопичення та відсутність систематичної утилізації призводять до значного забруднення довкілля. Одним із найпоширеніших порушень є нелегальне спалювання шин, що спричиняє викиди токсичних речовин, зокрема важких металів, діоксинів і поліциклічних ароматичних вуглеводнів, які негативно впливають на якість повітря, ґрунтів і води.

Екологічними наслідками неналежного поводження з відпрацьованими шинами є:

- забруднення ґрунту та водних ресурсів через вимивання токсичних компонентів у навколишнє середовище;
- зниження якості повітря внаслідок неконтрольованого спалювання шин;
- ризик пожеж на звалищах, які можуть тривати тижнями та викидати значну кількість шкідливих речовин;

Водночас, відпрацьовані шини є цінним ресурсом для вторинної переробки. Використання шин у виробництві гумової крихти, будівельних матеріалів або альтернативного палива може значно зменшити їхній негативний вплив на екологію.

Існує декілька основних методів утилізації та переробки зношених шин, які дозволяють зменшити їхній негативний вплив на довкілля та забезпечити вторинне використання матеріалів:

- механічна переробка – це найбільш розповсюджений метод, що передбачає подрібнення шин на гумову крихту різних фракцій. Отриманий матеріал використовується у виробництві спортивних та дитячих майданчиків, покриттів для доріг, шумоізоляційних матеріалів, а також у будівництві;

- піроліз – термічний процес розкладу шин без доступу кисню, у результаті якого отримуються три основні продукти: піролізна олія, технічний вуглець і газ. Ці речовини можуть бути використані у промисловості, наприклад, як паливо або як сировина для виробництва нових матеріалів;

- використання в цементній промисловості – шини можуть служити альтернативним паливом у виробництві цементу. Це знижує споживання викопного палива та одночасно вирішує проблему утилізації;

- регенерація гумових компонентів – цей метод передбачає відновлення шинної гуми для повторного використання у виробництві шин або інших гумових виробів.

Сучасні підходи до утилізації відпрацьованих автомобільних шин можна класифікувати на п'ять основних напрямків, що відображають ступінь трансформації вихідного матеріалу [4]:

- пряме використання без модифікації: Цей напрямок передбачає повторне застосування шин у їхній первісній формі та розмірах, без будь-яких механічних чи хімічних змін.

- часткова деструкція: Методи цієї групи спрямовані на порушення цілісності шини, але без глибокої зміни її структури.

- глибока деструкція: Цей підхід включає технології, що призводять до значного руйнування матеріалу шини на складові елементи.

- регенерація та перетворення: Методи цієї групи передбачають трансформацію гумової структури шини в матеріали з іншими властивостями, зокрема пластичними, для подальшого використання у виробництві.

- фракційне подрібнення: Цей напрямок включає технології, спрямовані на отримання гумової крихти шляхом механічного подрібнення, без істотних змін хімічного складу матеріалу.

Попри значний потенціал переробки, в Україні існують певні труднощі, що заважають ефективному впровадженню системи утилізації:

- недостатня кількість спеціалізованих підприємств для переробки шин;
- відсутність чіткої законодавчої бази щодо обов'язкового збору та утилізації шин.
- високі витрати на обладнання для переробки;
- низька поінформованість населення та підприємств про можливості вторинного використання шин.

Для подолання цих проблем необхідно розвивати інфраструктуру утилізації, удосконалювати нормативно-правову базу, а також стимулювати бізнес до впровадження екологічно безпечних технологій переробки шин, наприклад Tire Recycling UA приймає використані шини від бізнесів та приватних осіб, без обмежень за кількістю. Ці шини переробляються у цінні гумові гранули, які широко використовуються у виробництві різноманітних гумових виробів (гумова крихта, гумова мульча, металевий та текстильний корд, гумові вироби) [5]. Тому розвиток ефективної системи утилізації та переробки відпрацьованих автомобільних шин є важливим завданням для екологічної безпеки країни, а запровадження сучасних технологій переробки дозволить зменшити негативний вплив шин на довкілля, сприятиме економічному розвитку та допоможе раціонально використовувати природні ресурси.

Перелік посилань

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 27 липня 2011 р. № 1136 "Деякі питання збирання, заготівлі та утилізації зношених шин" // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1136-2011-p> (дата звернення: 28.02.2025).
2. Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste // EUR-Lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31999L0031> (дата звернення: 28.02.2025).
3. Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles // EUR-Lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0053> (дата звернення: 28.02.2025).
4. Чернега В. Використання зношених шин із аспектів економічного та екологічного використання [Електронний ресурс] // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2024. – Т. 2, № 23. – Режим доступу: <https://doi.org/10.36910/automash.v2i23.1549> (дата звернення: 28.02.2025).
5. Tire Recycling UA - Екологічна Переробка Шин в Україні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tirerecycling.com.ua>.

АНАЛІЗ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ВНАСЛІДОК ДІЯЛЬНОСТІ МОЛОЧНОГО ЗАВОДУ

*Мусіяченко В.В., здобувач першого рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна
musvik@ukr.net*

У сучасному світі, де індустріалізація набирає обертів, питання охорони водних ресурсів набуває винятково актуального характеру. Особливої уваги заслуговує харчова промисловість, зокрема молокопереробні підприємства, які значною мірою впливають на якість поверхневих і підземних вод. Вода відіграє ключову роль у виробництві молочної продукції, починаючи від первинної обробки молока і завершуючи миттям виробничого обладнання. Через це водні ресурси використовуються у великих обсягах, а утворені стічні води часто містять значну кількість органічних і неорганічних речовин, що можуть спричинити екологічне навантаження. Важливим є те, що молочні заводи рідко мають власні ефективні очисні споруди, тому скидання неочищених або недостатньо очищених стоків у водні об'єкти створює ризики для довкілля. Така практика може призвести до втрати біорізноманіття, евтрофікації водойм, утворення зон кисневого дефіциту та поширення патогенних мікроорганізмів. Таким чином, питання аналізу джерел, складу стічних вод та шляхів мінімізації впливу виробничої діяльності на водне середовище є критично важливими для сталого функціонування підприємства.

Молочні підприємства, на відміну від багатьох інших галузей харчової промисловості, характеризуються високим рівнем водоспоживання. Середньодобове використання води може сягати від 400 до 1000 м³ залежно від потужності заводу. Основні технологічні процеси, які потребують значних обсягів води, включають нормалізацію молока, пастеризацію, виробництво кисломолочної продукції, охолодження і транспортування сировини. Вода також є основним середовищем у системах миття та дезінфекції обладнання, резервуарів, трубопроводів і робочих поверхонь. Крім того, її використовують для створення пари, опалення, мийки підлог, санітарно-побутових потреб персоналу. Сукупне водоспоживання включає технологічні, господарсько-побутові та технічні компоненти. Важливим фактором є нерівномірність водоспоживання протягом доби, що залежить від виробничого графіка. Найбільше навантаження спостерігається вранці та після завершення виробничих змін, коли виконується миття обладнання. Такий режим роботи зумовлює пікові навантаження на системи водопостачання та водовідведення.

Джерела утворення стічних вод на молочному заводі надзвичайно різноманітні. Основну частину становлять виробничі стоки, які утворюються під час промивання апаратів, транспортування молока, обробки сировини, миття тари та втрат продукції. До складу цих стоків входять залишки молочних продуктів, жири, білки, лактоза, ферменти, кислоти й луги, а також мийні та

дезінфекційні засоби. Вони відрізняються складним і нестабільним хімічним складом, змінними температурними характеристиками та високим рівнем забруднення. Господарсько-побутові стічні води, що утворюються внаслідок діяльності персоналу, зазвичай мають типові для житлових об'єктів характеристики, однак у сукупності з виробничими стоками створюють додаткове навантаження на систему очищення. Зливові стоки, які формуються внаслідок опадів на території заводу, можуть містити нафтові вуглеводні, пил, залишки миючих речовин і інші забрудники, що змиваються з дорожніх покриттів і промислових майданчиків.

Одним із найнебезпечніших аспектів виробничих стоків молокозаводів є високий рівень біохімічного споживання кисню (БСК_5), який може перевищувати 6000 мг/л. Це свідчить про значну кількість органічних речовин, які споживають кисень під час розкладання. Такі стоки здатні істотно знижувати рівень розчиненого кисню у водоймах, куди вони скидаються. Наслідком є утворення анаеробних умов, при яких активізуються гнильні процеси, що призводить до появи неприємного запаху, загибелі водної флори і фауни, а також до порушення функціонування природних самоочисних механізмів водойм. У довгостроковій перспективі це може викликати незворотну деградацію екосистем. До інших показників, які свідчать про небезпеку стічних вод, належать концентрація завислих речовин, азотистих і фосфорних сполук, ПАР, мікроорганізмів.

Зміни кислотно-лужного балансу внаслідок наявності кислот і лугів у стічних водах можуть спричинити різке коливання рН, що є критичним фактором для життєздатності гідробіонтів. Наприклад, зниження рН нижче 5 або підвищення вище 9 призводить до загибелі багатьох видів риб і мікроорганізмів. Високий рівень рН також може активізувати розчинення важких металів у воді, що призводить до вторинного забруднення. Значні концентрації жирів і білків сприяють утворенню плівки на поверхні води, яка обмежує доступ кисню з атмосфери, погіршуючи аерацію. Молекули лактози, що присутні в стоках, є поживним середовищем для мікроорганізмів, які активно розмножуються та споживають розчинений кисень. Усі ці чинники роблять стічні води молочного підприємства небезпечними для довкілля, особливо в умовах нестабільної роботи очисних споруд.

Важливою складовою екологічного аналізу є також вивчення морфології та хімічного складу твердих залишків, які можуть потрапляти до стічних вод молочного підприємства. До таких забруднень належать залишки знежиреного молока, сироватки, згустків білків та продуктів мікробіологічної активності. Їхнє накопичення у стічних водах не лише збільшує загальне органічне навантаження, а й створює передумови для вторинного забруднення при недостатній очистці. За умов високої температури в стоках можливе прискорення процесів бродіння, утворення неприємних запахів та підвищення концентрації летких органічних сполук, що ускладнює роботу локальних очисних споруд.

Сучасні тенденції у сфері екологічного контролю передбачають застосування систем моніторингу якості води в реальному часі. Встановлення сенсорів на етапах зливу стоків із різних технологічних ділянок дозволяє оперативно реагувати на аварійні ситуації, виявляти перевищення допустимих концентрацій забруднювачів та коригувати процеси водовідведення. Застосування автоматизованих систем аналізу дає змогу ефективніше управляти ризиками, пов'язаними з несанкціонованим скиданням неочищених стічних вод, та сприяє оптимізації роботи очисного обладнання.

Одним із перспективних напрямів зниження антропогенного навантаження є інтеграція замкнених водооборотних систем, що передбачають повторне використання очищених вод у технологічному циклі. Наприклад, після відповідної механічної та біологічної очистки вода може бути повторно використана для миття зовнішніх поверхонь обладнання або в системах охолодження. Це дозволяє значно зменшити обсяги споживаної свіжої води, а також зменшити навантаження на каналізаційні та очисні мережі. Такий підхід є не лише економічно вигідним, а й екологічно виправданим у контексті сталого водокористування.

Аналіз стану водного середовища у контексті діяльності молокопереробних підприємств вимагає обов'язкового врахування складу твердих залишків, які потрапляють у виробничі стічні води. Йдеться, передусім, про залишки молочних продуктів у вигляді знежиреного молока, сироватки, осаду білків, а також продуктів ферментації, які утворюються внаслідок мікробіологічних процесів. Ці речовини мають високу біологічну активність і є джерелом надмірного органічного забруднення. Їхнє надходження у водні об'єкти без належного очищення сприяє швидкому розвитку анаеробних умов, що проявляється утворенням сірководню, аміаку та інших шкідливих сполук. В умовах підвищеної температури такі стоки можуть ставати осередками інтенсивного гниття, що створює загрозу появи неприємних запахів, підвищення вмісту летких органічних речовин та сприяє загальному погіршенню санітарного стану навколишньої території.

Систематичне надходження забруднень у водойми чи каналізацію може пошкодити обладнання, перевантажити очисні споруди та потребувати дорогого обслуговування. Тому дослідження складу залишків у стічних водах має бути частиною екологічного аудиту. Для оперативного контролю доцільно застосовувати автоматизовані системи моніторингу, які в режимі реального часу відстежують рН, температуру, ХСК, БСК та інші показники. Це допомагає виявляти критичні ділянки забруднення, забезпечувати ефективну роботу очисних споруд і зменшувати ризик перевищення нормативів. Такі технології також сприяють прозорості підприємства та підвищенню довіри з боку громадськості й наглядових органів.

Запровадження замкнених систем водообігу з повторним використанням очищеної води для допоміжних потреб є ефективним способом зменшення водоспоживання. Такий підхід дозволяє скоротити витрати на питну воду, зменшити обсяги стічних вод і підвищити екологічну ефективність

підприємства. Разом із технічними рішеннями важливо розвивати екологічну свідомість персоналу шляхом навчання, впровадження інструкцій і систем мотивації. Це сприяє сталому розвитку та формуванню культури відповідального ставлення до природних ресурсів.

ОСНОВНІ СПОСОБИ УТИЛІЗАЦІЇ ВОЛОКНИСТОГО СКОПУ ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

*Павлов О.А., здобувач першого рівня вищої освіти,
Прокопенко Н.В., к.б.н., доц.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна
natvikpro08@gmail.com*

Сучасну целюлозно-паперову галузь України умовно можна розподілити на дві групи відповідно до типів сировини, які останні використовують. Роль першої групи полягає у створенні повноцінної сировини для галузі – целюлози. Основою для виробництва целюлози слугує деревина як хвойних, так і листяних порід. Основні способи переробки деревини в целюлозу – сульфатний процес і сульфітна варка. Виготовленням целюлози в Україні займаються ПАТ «Жидачівський целюлозно-паперовий комбінат», ВАТ «Ізмаїльський целюлозно-картонний комбінат» та ВАТ «Луцький картонно-рубєроїдний комбінат».

Роль другої групи полягає у повторному використанні полімерної сировини як альтернативи целюлозі – макулатури – вторинного рослинного волокна. Переробкою макулатури в Україні займаються ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат», ТОВ «Поніківська картонно-паперова фабрика – Україна», ПрАТ «Малинська паперова фабрика – Вайдманн», ПрАТ «Картонно-Паперова Компанія», ТОВ «Дніпропетровська паперова фабрика» та інші підприємства, вони разом об'єднані вітчизняною асоціацією «Укрпапір»

Отже, враховуючи вищезазначене, найбільші обсяги відходів картонно-паперової промисловості, що не можуть бути утилізовані чи використані повторно та підлягають своєчасному видаленню з виробничих майданчиків і вивезенню на полігони промислових відходів складають:

- волокнистий скоп – 55436,132 т/рік;
- відходи очищення стічних вод – 8361,43 т/рік;
- непровар – 2194,861 т/рік;
- залишки та шлам фарб, зокрема друкарських – 972,968 т/рік.

При цьому встановлено, що відходів волокнистого скопу за рік утворюється в п'ять разів більше ніж інших вищезазначених відходів разом взятих.

Склад волокнистого скопу визначається видом вторинної сировини, що переробляється. Оскільки часто макулатура являє собою різні співвідношення паперу з картоном, що переробляються підприємствами другої групи, то і скоп в результаті отримується з різним співвідношенням складових.

Прийнято вважати, що волокнистий скоп є поєднанням трьох складових частин: волокнистої, мінеральної та нерозчинної. До волокнистої частини відноситься целюлоза та геміцелюлоза, до мінеральної – мінеральні речовини, домішки, хімічні сполуки тощо, до нерозчинної – лігнін та екстрактивні речовини.

Волокнистий скоп, що виділяється після очистки стічних вод підприємств другої групи, являє собою осад сірого кольору з вологістю понад 80 % [1]. Для зменшення площ його складування на полігонах скоп піддається процесу зневоднення на шнекових пресах, завдяки яким в кінцевому результаті останні являє собою осад з масовою часткою сухої речовини в межах 40 %, що і зберігається у спеціально відведених місцях.

Ще одним популярним і широко застосовуваним методом зневоднення вологого волокнистого скопу є фільтрування через тканинний фільтр [1], що полягає у затриманні волокна целюлози, навіть найкоротшого, на тканині, що одночасно пропускає молекули води. Таким чином, скоп грубо відділяється від надлишкової вологи.

Вищезазначені способи зневоднення волокнистого скопу, а також зневоднення за допомогою вакуум-фільтрів, центрифуг відносяться до механічних. Крім того, існують термічні способи зневоднення скопу за допомогою конвективних та барабаних сушильних установок тощо.

Через багатотоннажні обсяги волокнистого скопу, що утворюються внаслідок переробки макулатури і в результаті займають значні площі придатної для провадження інших видів діяльності землі, вітчизняними та іноземними вченими галузі активно розробляються способи та методи ефективного поводження з даним типом відходів.

Запропоновано додавання зневодненого волокнистого скопу до розпущеної, очищеної від домішок, готової до відливки паперової маси в обсязі до 6% при виробництві групи паперу санітарно-гігієнічного призначення. Авторами роботи встановлено залежність погіршення характеристик готового паперу, що проявляється у зменшенні опору на розтяг та розрив, зі збільшенням додавання обсягу скопу.

Також розроблено концепцію технології спільної утилізації золи, що утворюється внаслідок спалювання вугілля на ТЕС і ТЕЦ України та волокнистого осаду з утворенням конструктивно-теплоізоляційного виробу. Вченими досліджено властивості теплоізоляційного виробу в залежності від складу суміші, зокрема, встановлено, що при зменшенні масової частки волокнистого скопу з одночасним збільшенням масової частки золи і сталими

масовими частками цементу та негашеного вапна майже у 2,5 рази знижується пористість (до 21%) та зростає коефіцієнт теплопровідності у 1,6 разів (до 0,18 Вт/м.К) у порівнянні зі зневодненим волокнистим макулатурним скопом, пористість якого у чистому вигляді становить 48%, а коефіцієнт теплопровідності відповідно 0,11 Вт/м.К.

Таким чином, суміш, що складається з 60% золи, 20% цементу, 10% волокнистого скопу та 10% негашеного вапна може бути віднесена до групи конструкційно-теплоізоляційних матеріалів та використовуватись в якості будівельного матеріалу при укладанні підлоги та плоскої покрівлі через міцність на стиск більше 6 МПа [2].

На сьогодні розроблено технологію спільного спалювання зневодненого волокнистого скопу разом із відходами деревини, зокрема кори, що утворюють паливні брикети. Перевагою даного способу є утворення теплової енергії, що може бути використана в корисних цілях, а недоліком – висока золівмісність волокнистого скопу, внаслідок чого після спалювання утворення зольного залишку – нового відходу – неминуче. Таким чином, подальший розвиток технології варто розглядати лише за умови явно вираженої переваги спільного спалювання зневодненого волокнистого скопу над її вагомим недоліком.

Варто зазначити, що головним гальмуючим фактором повноцінного повторного використання волокнистого скопу при виробництві паперу є неможливість його утримання на формувальному паперовому полотні в процесі відливки паперової маси, оскільки вміст значної кількості коротких волокон провалюється. Було проведено дослідження можливості рециркуляції скопу в технологічному процесі картонно-паперового виробництва та встановлено можливість додавання до 0,1 масової частки скопу в макулатурну масу разом зі зміцнюючими добавками на основі катіонних смол з високим зарядом (в дослідженні використано смолу Hercobond 6950 EU в дозі 12 кг/т суспензії зі скопу в кількості 10 % та макулатурної маси в кількості 90%), внаслідок чого досягається утримання скопу на формувальному полотні. Дослідженням впливу вищезазначеної катіонної смоли на властивості макулатурно-скопової суспензії також підтверджено, що фізико-механічні показники відливки паперового полотна, серед яких опір продавлюванню, розривна довжина та питома вага знаходяться в межах нормативних значень і практично не відрізняються від показників контрольного зразка – паперу зі 100 % макулатури.

Перелік посилань

1. Structural characterization of by-product lignins from organosolv rapeseed straw pulping and their application as biosorbents / V. Halysh, M. Skiba. // Journal of Polymer Research. – 2022. – №29. – Article number: 510.
2. Application of sludge from paper production and additional chemical substances in the production of packaging cardboard / V. Halysh, I. Trus, I. Radovenchik et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – 2022. – № 5/6(119). – P. 22-29.

ЩОДО ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТА УТИЛІЗАЦІЇ ТРИШАРОВОЇ ЕКОЛОГІЧНО ПРИЙНЯТНОЇ ПАПЕРОВОЇ ПЛИТИ НА ОСНОВІ ВОЛОКНИСТОГО СКОПУ

*Павлов О.А., здобувач першого рівня вищої освіти
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна
natvikpro08@gmail.com*

Склад волокнистого скопу визначається видом вторинної сировини, що переробляється. Оскільки часто макулатура являє собою різні співвідношення паперу з картоном, що переробляються підприємствами другої групи, то і скоп в результаті отримується з різним співвідношенням складових.

Прийнято вважати, що волокнистий скоп є поєднанням трьох складових частин: волокнистої, мінеральної та нерозчинної. До волокнистої частини відноситься целюлоза та геміцелюлоза, до мінеральної – мінеральні речовини, домішки, хімічні сполуки тощо, до нерозчинної – лігнін та екстрактивні речовини.

Волокнистий скоп, що виділяється після очистки стічних вод підприємств, які переробляють макулатуру, являє собою осад сірого кольору з вологістю понад 80 %. Для зменшення площ його складування на полігонах скоп піддається процесу зневоднення на шнекових пресах, завдяки яким в кінцевому результаті останній являє собою осад з масовою часткою сухої речовини в межах 40 %, що і зберігається у спеціально відведених місцях.

Через багатотоннажні обсяги волокнистого скопу, що утворюються внаслідок переробки макулатури і в результаті займають значні площі придатної для провадження інших видів діяльності землі, вітчизняними та іноземними вченими галузі активно розробляються способи та методи ефективного поводження з даним типом відходів.

Запропоновано додавання зневодненого волокнистого скопу до розпущеної, очищеної від домішок, готової до відливки паперової маси в обсязі до 6% при виробництві групи паперу санітарно-гігієнічного призначення.

Також розроблено концепцію технології спільної утилізації золи, що утворюється внаслідок спалювання вугілля на ТЕС і ТЕЦ України та волокнистого осаду з утворенням конструктивно-теплоізоляційного виробу.

Розроблено гіпотезу отримання біогазу з відходів целюлозно-паперового виробництва, зокрема, з волокнистого скопу, що полягає у ферментативному розкладі волокон целюлози та геміцелюлози як органічної сполуки певними видами бактерій, внаслідок чого утворюється біогаз. Установлено доцільність отримання біогазу як найефективнішого способу переробки вологого осаду стічних вод підприємств другої групи з економічної та екологічної точок зору.

Дослідження фізико-механічних параметрів зразків плит-основ з волокнистого скопу та МКФС підтверджують можливість виробництва

екологічно прийнятних паперових плит та дозволяють рекомендувати технологію їх створення, яку коротко представлено наступними етапами:

- формування плити-основи;
- короткотривале пресування суміші з волокнистого скопу та МКФС на термопресі зі сталим притискним зусиллям формування;
- вилежування спресованої плити-основи;
- проклеювання верхньої та нижньої площин плити-основи однокомпонентним ПВА або поліуретановим клеєм;
- приєднання ПВХ плівки на верхню та нижню площини плити-основи на термопресі зі сталим притискним зусиллям формування.

Формування плити-основи являє собою змішування зневодненого волокнистого скопу, що складається з 49% целюлози, 23% геміцелюлози, 24% лігніну, 4% екстракційних та мінеральних речовин, з МКФС у пропорціях скоп-МКФС відповідно 5:1 на підготовленій робочій поверхні термопресу. При цьому, товщина сформованої плити складає 3 мм. В результаті, отримано суміш наступного складу: 39,2 % целюлози, 20 % МКФС, 19,2 % лігніну, 18,4 % геміцелюлоз, 3,2 % мінеральних та екстракційних речовин.

Сформована суміш піддається короткотривалому (в інтервалі 60...80 с) пресуванню за температури 100°C за притискного зусилля формування 20 Н/мм^2 , що створюється за допомогою термопресу. Спресована таким способом плита-основа витримується в стані спокою за стандартних умов протягом доби, після чого остання стає придатною до використання оскільки проведені дослідження підтверджують набуття достатніх фізико-механічних параметрів, зокрема міцності на вигин – $29,5\text{ Н/мм}^2$ та розтяг – $0,8\text{ Н/мм}^2$.

З метою покращення властивостей плити-основи з волокнистого скопу та МКФС, зокрема, надання останній вологостійкості та запобігання потенційній емісії вільного формальдегіду до навколишнього середовища внаслідок процесу природної деструкції МКФС плита-основа піддається проклеюванню верхньої та нижньої площин стійким до пресування однокомпонентним на ПВА або поліуретановій основі клеєм з подальшим приєднанням ПВХ плівки до плити-основи за допомогою гідравлічного пресу за стандартних умов.

Таким чином, розроблено технологію виробництва тришарової плити, в якій внутрішній шар – плита-основа з волокнистого скопу та МКФС, та 2 шари ззовні – вологостійка ПВХ плівка.

Після завершення терміну служби паперової плити з волокнистого скопу та МКФС постає питання необхідності її переробки. Технологія утилізації тришарової екологічно прийнятної паперової плити на основі волокнистого скопу та МКФС з ПВХ плівкою включає наступні етапи:

- відокремлення ПВХ плівки від плити-основи;
- утилізація плити-основи;
- утилізація ПВХ плівки.

Відокремлення ПВХ плівки від плити-основи з волокнистого скопу та МКФС відбувається шляхом нагрівання композиції, внаслідок чого відбувається деструкція ПВА, що супроводжується виділенням оцтової

кислоти. При цьому, необхідно враховувати температурний режим відокремлення плівки від плити-основи, що повинен становити не більше 120 °С, оскільки за вищої температури розпочинається процес розкладу ПВХ, що супроводжується деструкцією останнього з виділенням хлористого водню. Варто зауважити, що питання тривалості відокремлення шарів тришарової плити задля найбільш безпечного її розкладу на ПВХ плівку та плиту-основу потребує подальших досліджень.

Таким чином, в результаті відокремлення шарів тришарової плити останню розділено на плиту-основу та ПВХ плівки. Розглянемо окремо питання їх утилізації.

Відомо наступні способи поводження з волокнистими плитами, що містять КФС або МКФС:

- компостування;
- повторне використання.

Суть компостування волокнистих плит полягає в їх подрібненні з використанням кальцієвмісних сполук (крейди, вапна) та відходів білкової природи. При цьому формальдегід, що міститься у складі смол частково піддається процесам емісії та окиснення, частково денатурує білок з утворенням нетоксичних комплексів, форміатів, фенолатів та піддається іншим процесам, в результаті чого вміст останнього зменшується до рівня, що забезпечує ефективну діяльність мікроорганізмів.

Аналіз європейського досвіду поводження з таким типом відходів підтверджує можливість та доцільність подрібнення плити з волокна та формальдегідовмісної смоли і повторне виробництво волокнистої плити з утвореної суміші. Варто зауважити, що в даному випадку відмічається погіршення фізико-механічних характеристик таких плит, тому, переробка останніх більше трьох разів недоцільна.

Отже, технологія утилізації плити-основи з волокнистого скопу та МКФС полягає в її механічному подрібненні з подальшим повторним частковим або повним використанням отриманої маси у виробництві нових плит-основ. Після декількох циклів повторного використання подрібненої суміші за умови суттєвого та критичного погіршення характеристик і властивостей готового виробу з останньої доцільно застосовувати її компостування.

Технологія утилізації ПВХ плівок та інших матеріалів на його основі достатньо вивчена та широко використовується через можливість їх неодноразової та практично повної вторинної переробки. Власне, технологія полягає у переведенні ПВХ виробів у гранули у декілька етапів, серед яких сортування ПВХ матеріалів за вмістом домішок, за типом тощо; подрібнення за допомогою спеціального шредера; агломерація для плівки; мийка і сушка суміші; грануляція. В результаті, гранули є готовою сировиною для виробництва нових виробів з ПВХ, зокрема плівки, пакетів, канцтоварів тощо.

Науковий керівник - Прокопенко Н.В., к.б.н., доц.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ МОЛОКОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

*Приходько А.О., здобувач першого рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна
prichodko@ukr.net*

Актуальність проблеми впливу промисловості на стан довкілля зростає на тлі глобальних викликів, пов'язаних зі змінами клімату, деградацією природних ресурсів та зниженням якості життя населення. Однією з галузей, що справляє помітний тиск на навколишнє середовище, є харчова промисловість, зокрема молокопереробні підприємства. Хоча ці підприємства не належать до найпотужніших забруднювачів атмосфери, їхній внесок у локальне погіршення якості повітря не можна недооцінювати. У процесі виробництва відбувається викид забруднюючих речовин з різних джерел — котелень, систем вентиляції, транспорту й очисного обладнання. Внаслідок цього формується суміш органічних сполук, парів кислот, аміаку, пилу та інших компонентів, здатних негативно впливати на повітряне середовище. Такі викиди мають як прямі наслідки — забруднення атмосферного повітря, так і опосередковані, зокрема участь у вторинному утворенні смогу або парникового ефекту. Отже, оцінка впливу виробничої діяльності молокозаводів на стан повітря є важливим елементом управління екологічною безпекою на підприємстві. Своєчасне виявлення джерел забруднення, аналіз їхнього складу та динаміки, а також розробка заходів із мінімізації викидів сприяють сталому функціонуванню підприємств. У цьому контексті особливої ваги набуває системний підхід до дослідження атмосферного навантаження, орієнтований на довгострокову екологічну ефективність.

Молочні заводи мають кілька типових джерел викидів в атмосферу, які можна поділити на стаціонарні, пересувні та неорганізовані. До стаціонарних джерел належать котельні установки, що забезпечують пару й гарячу воду для технологічних процесів, а також очисні споруди, які супроводжуються утворенням вторинного газового забруднення. Пересувні джерела — це транспортні засоби, зокрема автоцистерни для перевезення молока, вантажівки та спеціальна техніка, що експлуатується на території підприємства. До неорганізованих джерел відносять зони розвантаження сировини, мийні станції, вентиляційні викиди із зон пастеризації та фасування. Усі ці джерела можуть продукувати в повітря органічні речовини, аерозолі, вуглекислий газ, оксиди азоту, сірки, аміак і леткі компоненти мийних засобів. Викиди залежать від типу технологій, що використовуються, умов експлуатації обладнання та режиму роботи підприємства. У деяких випадках підвищене теплове навантаження, вібрації й порушення герметичності сприяють неконтрольованому викиду шкідливих речовин у повітря. Тому для отримання

достовірної екологічної оцінки важливо встановити усі джерела забруднення та охарактеризувати їх за інтенсивністю та тривалістю впливу.

Склад повітряних викидів молокозаводів залежить від використовуваних технологій, сировини та мийних засобів, які застосовуються у виробництві. У процесі пастеризації, сушки та стерилізації можуть утворюватися водяна пара, пари жирів і білків, які конденсуються у вентиляційних каналах, а також леткі органічні сполуки. Викиди з котелень здебільшого включають вуглекислий газ, оксиди азоту, сірки та незначну кількість сажі. Значну екологічну небезпеку становлять мийні станції, де утворюються пари кислот і лугів, залишки фосфатів, а також аміак і сірководень, які є побічними продуктами мийки та знезараження. У повітрі можуть бути присутніми дрібнодисперсні частки пилу, що виникає під час транспортування сухих інгредієнтів або розливу порошків. Деякі леткі речовини мають виражену запахову активність, що створює дискомфорт для працівників та мешканців прилеглих територій. Регулярна хімічна паспортизація викидів дозволяє не лише фіксувати перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК), а й прогнозувати потенційні ризики для здоров'я населення. Наявність комплексу різнорідних забруднюючих речовин вимагає інтегрованого підходу до оцінки їхнього сумарного впливу.

Атмосферне повітря, забруднене викидами молочних підприємств, може справляти несприятливий вплив як на довкілля, так і на здоров'я людей. Найбільшу небезпеку становлять зони навколо підприємства, де концентрація шкідливих речовин часто перевищує фонові значення. Постійне вдихання повітря, насиченого парами кислот, аміаку та летких органічних сполук, здатне викликати подразнення слизових оболонок, респіраторні захворювання, головні болі, алергії. Крім того, дрібнодисперсний пил проникає глибоко в легені, сприяючи розвитку хронічного бронхіту або астматичних проявів. У довгостроковій перспективі можливі впливи на серцево-судинну систему та імунітет, особливо у дітей і людей похилого віку. Запахи, пов'язані з органічними викидами, негативно впливають на психоемоційний стан населення, викликаючи стрес і зниження якості життя. Встановлення санітарно-захисних зон і моніторинг повітря на межі підприємства є важливими заходами профілактики. Також необхідно враховувати вітрові навантаження, рельєф місцевості та щільність забудови, які впливають на поширення забруднення.

Ефективним інструментом контролю за станом повітря є впровадження автоматизованих систем моніторингу. Такі системи дозволяють у режимі реального часу реєструвати концентрації основних забруднювачів — рН, температуру, вміст пилу, аміаку, органічних речовин. Сенсори встановлюють на вентиляційних трубах, у зонах викидів та на межі санітарно-захисної зони. Отримані дані можуть передаватися до диспетчерських пунктів, що дає змогу оперативно реагувати на перевищення нормативів. Автоматизований моніторинг також дозволяє виявляти критичні ділянки виробничого процесу, де можливі викиди підвищеної небезпеки. Це сприяє підвищенню ефективності локальних фільтраційних систем, а також загальному екологічному контролю. Дані моніторингу можуть використовуватись для формування звітів перед

екологічними інспекціями, а також слугувати основою для екологічної сертифікації підприємства. Використання таких систем демонструє відповідальне ставлення підприємства до охорони довкілля, підвищує довіру громадськості й полегшує взаємодію з контролюючими структурами.

Одним із найважливіших напрямів зниження негативного впливу молокопереробного підприємства на атмосферу є впровадження технічних і технологічних заходів з мінімізації викидів. У першу чергу це модернізація котельного обладнання, що дозволяє зменшити кількість оксидів азоту, сірки та CO_2 в результаті згоряння палива. Використання енергоефективних парогенераторів та переходу на альтернативні джерела енергії (наприклад, біогаз із відходів) може суттєво знизити парникові викиди. Додатково застосовуються локальні очисні установки на вентиляційних системах, такі як жировловлювачі, адсорбери, фільтри тонкого очищення. Для зменшення запахових викидів ефективними є біофільтри або системи озонування повітря. Ще одним напрямом є герметизація обладнання, що дозволяє уникати неорганізованих викидів з трубопроводів, резервуарів та мийних установок. Важливу роль відіграє перехід на екологічно безпечні мийні засоби з низькою леткістю та зменшеним вмістом фосфатів. Усі ці заходи потребують фінансових вкладень, проте дозволяють підприємству працювати у межах нормативів і зменшити екологічний ризик. Інтеграція принципів «зеленої» хімії у виробництво сприяє створенню екологічно безпечного циклу обробки молочної продукції.

Оцінка та регулювання викидів молокозаводів ґрунтується на системі екологічного нормування, передбаченій законодавством. Основні документи — державні санітарні правила, нормативи ГДВ і вимоги Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища». Підприємства зобов'язані розробити й погодити проєкт ГДВ, проходити екологічну експертизу, здійснювати періодичний моніторинг викидів та звітувати перед Держекоінспекцією. Гармонізація з європейськими вимогами стимулює перехід до чистих виробництв.

Геоінформаційні системи (ГІС) дозволяють моделювати розсіювання забруднень, визначати зони перевищення ГДК і межі санітарно-захисних зон. Інтеграція даних із сенсорів, лабораторій і супутників забезпечує комплексну оцінку стану повітря та підвищує ефективність управління довкіллям. Прозора оцінка впливу передбачає участь громадськості — відкриті звіти, слухання, просвітницькі заходи. Це формує довіру населення й екологічну культуру, сприяє спільним діям з охорони довкілля. Комунікація та соціальні програми забезпечують баланс між економікою й екологією.

Підприємства, що дотримуються принципів сталого розвитку, впроваджують сертифікацію за ISO 14001 або EMAS, мінімізують викиди, економлять ресурси й впроваджують екоінновації. Це зміцнює довіру споживачів, розширює ринки та створює конкурентні переваги. Загалом для зниження впливу на атмосферу потрібні модернізація виробництва, системний контроль, очищення викидів, герметизація процесів і впровадження новітніх

технологій. Зменшення негативного впливу можливе лише за умови комплексного підходу, який поєднує технічні рішення, екологічне управління та активну участь громади.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРІ

*Приходько К.В., здобувач третього рівня вищої освіти
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна*

Забруднення атмосферного повітря — однієї з найважливіших складових середовища існування людини — набуває дедалі загрозливіших масштабів, становлячи небезпеку не лише для здоров'я населення, а й для довкілля загалом. Високі концентрації забруднюючих речовин фіксуються в атмосфері майже кожного промислового міста України, що зумовлює нагальну потребу в удосконаленні системи екологічного моніторингу по всій території держави з метою запобігання або мінімізації впливу шкідливих факторів на екосистеми.

Захворювання, спричинені погіршенням стану навколишнього природного середовища, становлять від 40 до 60 % загальної захворюваності населення.

Нині в багатьох країнах світу розроблені і отримали широке застосування різноманітні методики оцінювання забруднення атмосфери, які засновані на різних математичних моделях турбулентного переносу і розсіювання домішків таких речовин. На базі цих методик побудовані комп'ютерні програмні комплекси для моделювання процесів розповсюдження небезпечних речовин в атмосфері. Характер таких комп'ютерних моделей визначається колом завдань, які необхідно вирішувати, а також вимогами до точності моделювання

Найбільші обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря припадають на підприємства переробної промисловості — зокрема, хімічного виробництва та машинобудування, теплоенергетичні об'єкти, а також автотранспорт.

Для аналізу та точного визначення рівня атмосферного забруднення необхідне застосування математичних методів. Існують два основні підходи до математичного моделювання процесів розповсюдження забруднювачів у приземному шарі атмосфери. Один із них ґрунтується на розв'язанні рівняння турбулентної дифузії і отримав широке застосування у країнах СНД. Цей підхід є універсальним, оскільки дає змогу моделювати різноманітні задачі з джерелами забруднення різного типу, із застосуванням різних граничних умов та характеристик середовища.

Другий підхід, що базується на емпірико-статистичних методах, отримав значне поширення за кордоном. Відповідні моделі, які описують щільність забруднення, наближено до щільності розподілу Гауса, дістали назву гаусівських. Ця методика рекомендована Агентством із захисту довкілля США (US EPA) для проведення нормативних розрахунків. Як приклади гаусівських моделей можна навести низку моделей розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері, що широко використовуються в європейських країнах: UK-ADMS (Велика Британія), ON M9440 (Австрія), OML (Данія), IDFM (Бельгія), STACKS (Нідерланди) тощо.

Обидва підходи до моделювання використовують однакові початкові параметри, такі як висота джерела викиду та інтенсивність забруднення. Проте, через відмінності у підходах до розрахунків і способах представлення результатів розсіювання, порівнювати результати, отримані за методикою ОНД-86, із прогнозами, побудованими, наприклад, за допомогою британської моделі ADMS, безпосередньо неможливо.

Моделі відрізняються за низкою параметрів, зокрема за методами розрахунку концентрації забруднюючих речовин у шлейфі та точністю відображення процесів розсіювання в межах прикордонного шару атмосфери.

Методика ОНД-86 дозволяє здійснювати розрахунки максимальних концентрацій забруднень, орієнтуючись на середні значення для 20-хвилинного та 24-годинного періодів. Для визначення санітарно-захисних зон (СЗЗ) у розрахунках застосовуються річні рози вітрів, що враховують повторюваність напрямів вітру протягом року. Згідно з російськими нормативами, у моделі передбачено використання кількох фіксованих значень швидкості вітру (наприклад, 1,9 м/с і 3 м/с), які не обов'язково відповідають фактичним метеоумовам на території розміщення об'єкта.

Перевагами методики ОНД-86 є її простота застосування — для розрахунків не потрібна погодна інформація, зручність для узагальнень (оскільки модель базується на фізичних закономірностях, а не на суто емпіричних формулах), а також можливість прямого зіставлення результатів з гранично допустимими концентраціями (ГДК). До недоліків методу належить потреба створення окремої моделі для кожного періоду усереднення, а також статичний характер — ОНД-86 не дозволяє відстежувати зміну концентрацій у часі, забезпечуючи лише річне усереднення.

Європейські гаусівські моделі, натомість, базуються на значному обсязі метеорологічних спостережень і враховують такі параметри, як напрямок та швидкість вітру, температура повітря, атмосферна стабільність тощо. Зазвичай, розрахунки виконуються на основі погодинних даних за повний річний цикл (12 місяців). Основною перевагою гаусівських моделей є висока точність прогнозування при досить простій параметризації факторів, що впливають на розсіювання забруднюючих речовин.

Науковий керівник – Прокопенко Н.В., доц., к.б.н.

ЩОДО ПРОБЛЕМ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ЗНОШЕНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

*Сасіна В.В., здобувач першого рівня вищої освіти
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна*

Зростання господарської та транспортної діяльності призводить до утворення значних обсягів накопичення зношених автомобільних шин (ЗАШ). Відомо, що загальносвітові обсяги їх накопичення оцінюються в 25 млн. тон, однак лише 23 % з них спалюються з метою отримання енергії або механічно подрібнюються для покривів доріг, а решта 77 % взагалі не утилізуються внаслідок відсутності рентабельного екологічно прийняттого способу. В Україні рівень утилізації ЗАШ не перевищує 5 %. Об'єкти їх накопичення та зберігання є постійним джерелом загроз забруднення довкілля внаслідок наявності в їх складі близько 100 хімічних речовин, найбільш шкідливими серед яких є бензапірен, аліфатичні аміни, сірковуглець, формальдегід, феноли.

Відомо, що зношені автомобільні шини є джерелом забруднення довкілля, тому що вони:

- не піддаються біологічному розкладанню;
- вогнебезпечні і токсичні, а у разі загоряння, погасити їх досить складно;
- при складуванні є ідеальним місцем розмноження гризунів, комах і служать джерелом інфекційних захворювань.

У 1990-х рр. в Європі були розроблені базові принципи європейської політики у сфері відходів, які розповсюджуються на використані шини та інші гумовотехнічні вироби, що вийшли з експлуатації або втратили свої споживчі властивості, а саме:

- 1) принцип використання ієрархічного порядку поводження з відходами.
- 2) принцип самодостатності потужностей (обладнання) для утилізації та розміщення відходів.
- 3) принцип впровадження найкращих доступних технологій без надмірних фінансових витрат.
- 4) принцип максимального наближення потужностей (обладнання) для утилізації (розміщення) відходів до джерел утворення відходів;
- 5) принцип превентивності;
- 6) принцип відповідальності виробника;
- 7) принцип «забруднювач платить».

Існує велика кількість різних технологічних рішень, що дозволяють в тій чи іншій мірі вирішити проблему утилізації зношених автомобільних покришок, однак, проблема переробки не вирішена в повному обсязі. Відомі способи переробки гумовмісних відходів представлено на рис. 1.



Рисунок 1 – Загальна класифікація способів утилізації ЗАШ

Актуальними є спроби створення технології з переробки зношених шин, які дозволили б повторно використовувати отриманий продукт в різних товарах і матеріалах. Однак, тільки 20-25% покришок у світі знаходять застосування (спалювання з отриманням енергії, механічне подрібнення).

Найбільші обсяги використаних шин виникають у країнах ЄС (Німеччина, Великобританія, Франція, Італія, Іспанія та Польща) у діапазоні від 250000 до 600000 т на рік. У всіх інших країнах обсяги утворення зношених шин близько 100000 т на рік і в 6 країнах – близько 15000 т або менше.

У розвинених країнах в останні роки рівень переробки шин наближається до 100% (Японія, Німеччина, Скандинавські країни).

В Україні переважає механічна переробка шин, в результаті якої отримують гумовий порошок і крихту різних фракцій, яка використовується у виробництві дорожніх покриттів.

З точки зору екологічної безпеки найбільш перспективним методом утилізації є піролізні технології, що дозволяють вирішити не тільки екологічні проблеми, а й забезпечити високу рентабельність переробних виробництв з отриманням цінних енергетичних продуктів, таких як альтернативне паливо.

Піроліз - процес температурного розкладання органічних відходів, що протікає без доступу кисню, в атмосфері водню в присутності каталізаторів і без них, в реакторах періодичної і безперервної дії, в псевдокиплячому шарі при різних температурах, який створюється кварцовим піском, кулями з окису алюмінію, кераміки, піролізної сажею.

Аналіз піролізних технологій утилізації ЗАШ показує, що існуючі установки включають в себе подрібнення сировини. Це потребує додаткового обладнання та енергетичних витрат, що є недоцільним для енергозбереження. Особливість безперервного завантаження реактора сировиною та розвантаження пірокарбону із реактора полягає в тому, що в процесі цих дій необхідно забезпечувати герметичність реактора, в противному випадку високотоксичні компоненти первинної газової суміші (ПГС), через отвори завантаження та розвантаження будуть надходити в довкілля, що не допустимо.

При утилізації цілих зношених шин сучасні технології використовують ретортні піролізні реактори, які здійснюють роботу в циклічному режимі. Такі методи призводять до енергетичних втрат при кожному процесі «нагрівання-охолодження» та до викидів шкідливих речовин в навколишнє природне середовище при розгерметизації устаткування. В момент розгерметизації реактора, частина токсичних летких вуглеводнів попадає в навколишнє середовище і являється джерелом його забруднення, що не допустимо з екологічної точки зору.

Однак, для процесу піролізу характерні більш високі санітарно-технічні показники в порівнянні зі спалюванням відходів. Піроліз характеризується невеликою кількістю газів, що відходять, які необхідно піддавати очищенню. При цьому також значно зменшується кількість твердого залишку, який може застосовуватись в вигляді сажі, активованого вугілля тощо.

З точки зору екологічної безпеки найбільш перспективним методом утилізації є піролізні технології, що дозволяють вирішити не тільки екологічні проблеми, а й забезпечити високу рентабельність переробних виробництв з отриманням цінних енергетичних продуктів, таких як альтернативне паливо.

Запропонована утилізація автомобільних шин з використанням методу термолітичної деструкції. Встановлено склад рідких продуктів, їх властивості. Вміст сірки в піролізній рідині досягає 0,72 %. Також запропоновано спосіб покращити властивості піролізної рідини за допомогою хімічних реагентів які дозволяють зменшити інтенсивність специфічного запаху, а також концентрацію сполук сірки. Також здійснено аналіз складу суміш продуктів термічної утилізації ГТВ та встановлено відповідність складу піролізної рідини до дизельного палива.

Таким чином, для попередження потрапляння небезпечних речовин до кінцевих продуктів утилізації шин, не перевищуючи гранично-допустимі значення, необхідне застосування різних технологічних рішень, що призводять до удорожчання устаткування та технологічного процесу утилізації в цілому. Такі аспекти є небажаними при впровадженні технології з утилізації гумо-технічних відходів в промислових масштабах.

Також, відсутні знання про процеси деструкції ЗАШ, відсутність моделей управління технологічним процесом утилізації, яка буде залежно від складу відходів прогнозувати розподілення небезпечних компонентів та попереджувати їх потрапляння в кінцеві продукти, а також попереджувати несанкціоновані викиди в навколишнє середовище при експлуатації обладнання, забезпечуючи екологічну безпеку процесу термічної утилізації.

Таким чином, за аналізом сучасного стану технічних засобів переробки ЗАШ зроблено висновок про необхідність підвищення екологічної безпеки довкілля за рахунок удосконалення процесів термічної утилізації.

Науковий керівник – Прокопенко Н.В., доц., к.б.н.

ОСОБЛИВОСТІ ВНУТРІШНЬОКВАРТАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

*Свашенко А.А., здобувач третього рівня вищої освіти,
Прокопенко Н.В., к.б.н., доц.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна*

Внутрішньоквартальні зелені насадження становлять ключову складову системи загальноміського озеленення, адже саме вони розташовані у найближчому контакті з жителями міста та визначають екологічні й фітосанітарні характеристики тієї частини міського середовища, у якій населення проводить більшість свого повсякденного часу.

Внутрішньоквартальне озеленення є вкрай важливою і невід'ємною частиною сучасного міського середовища, оскільки відіграє надважливу ключову роль у поліпшенні якості життя мешканців міста, забезпечує екологічну рівновагу та формує естетично привабливі міські простори. В умовах стрімкої урбанізації, збільшення площ міської забудови та зростання чисельності населення важливість зелених насаджень у містах постійно зростає і є дедалі актуальнішою.

Попри численні очевидні переваги такого типу озеленення, внутрішньоквартальні зелені зони часто стикаються з серйозними проблемами. Однією з основних труднощів є недостатній рівень озеленення порівняно з нормативними вимогами, що зумовлено надмірною щільністю забудови міських територій. Сучасні урбаністичні простори нерідко трансформуються в автостоянки, торговельні або розважальні площі, що майже повністю позбавлені зелених елементів, унаслідок чого суттєво зменшується площа насаджень і знижується їх екологічна ефективність.

Однією з нагальних проблем, характерних для міст України, є відсутність належного планування внутрішньоквартального озеленення та неефективна організація зелених насаджень. Брак комплексного підходу до проектування і підтримки таких зон спричиняє хаотичне розміщення рослинності, що унеможливорює повне використання її потенціалу. Часто нові зелені насадження висаджуються без урахування відповідності рослин до наявних екологічних умов, що призводить до зниження їхньої життєздатності, послаблення стану міських екосистем і в окремих випадках – до загибелі рослин. У зв'язку з цим, вивчення стану внутрішньоквартального озеленення набуває особливої актуальності в контексті підвищення якості урбогенних ландшафтів і забезпечення сталого функціонування міського природного середовища, особливо в густонаселених промислових районах.

Вибір деревних порід для озеленення значною мірою впливає на екологічну ситуацію в місті й рівень комфорту для його мешканців. Підбір рослин для внутрішньоквартального озеленення здійснюється не лише на основі їх декоративних властивостей, а й з урахуванням екологічної стійкості,

здатності адаптуватися до урбанізованих умов і виконувати функції оптимізації міського середовища. Серед дерев, які часто використовуються для створення зелених насаджень у містах, найпоширенішими є липа, клен, каштан, дуб, береза та інші.

Липа є однією з найбільш популярних порід для міських зелених насаджень завдяки своїй високій толерантності до забруднення повітря та добрій переносимості санітарної і формуючої обрізки. Ця особливість робить її придатною для створення алеї і парків. Листя липи має широку листкову пластинку, що забезпечує густу тінь, знижує температуру влітку й створює комфортні умови для відпочинку протягом усього теплого періоду. Окрім цього, липа володіє фітонцидними властивостями, має лікарське значення та є цінною медоносною рослиною, приваблюючи запилювачів і підтримуючи біорізноманіття урбогенних територій.

Дуби відзначаються тривалістю життя та витривалістю, добре пристосовані до міського середовища. Їхня розгалужена коренева система сприяє зміцненню та стабілізації порушених ґрунтів, запобігає ерозійним процесам у міських умовах. Дуби інтенсивно продукують кисень і створюють сприятливе середовище для проживання різних видів тварин і птахів у техногенно зміненому міському ландшафті. В українській культурі дуб символізує силу й довговічність, і його присутність у міських насадженнях надає середовищу певного національного колориту та культурної глибини.

До числа широко використовуваних у міському озелененні деревних порід належать каштани, зокрема кінський каштан (*Aesculus hippocastanum*), який вирізняється високими декоративними якостями завдяки пишній кроні та великим, яскравим і запашним суцвіттям. Ці дерева добре адаптуються до урбанізованих умов, включаючи території з високим рівнем забруднення повітря та ущільненням ґрунтів. Завдяки здатності створювати густу тінь, каштани широко використовуються для озеленення вулиць і парків, зокрема в промислових містах, сприяючи поліпшенню мікроклімату.

Берези, що також активно застосовуються в міському озелененні, мають виразні декоративні властивості й привабливий зовнішній вигляд. Ці дерева характеризуються швидкими темпами росту, мають легке, ажурне листя, яке створює напівпрозору тінь і забезпечує комфортні мікрокліматичні умови для мешканців. Крім того, берези ефективно затримують пил і шкідливі речовини з повітря. Вони добре переносять морози й здатні зростати на ґрунтах з несприятливими лісорослинними характеристиками, що робить їх універсальним видом для використання у складних міських умовах.

Усі деревні породи, застосовувані в сучасному озелененні міських просторів, володіють характеристиками, які дозволяють їм виживати за складних умов урбанізованого середовища та виконувати екологічно важливі функції. Умови міста, зокрема в районах із високою концентрацією промислових об'єктів та інтенсивним автомобільним трафіком, супроводжуються значним забрудненням повітря. Саме в таких умовах дерева відіграють ключову роль у фільтрації повітря, поглинаючи токсичні речовини

та виділяючи кисень. Тому підбір порід, стійких до забруднення, є базовим чинником ефективного озеленення міських територій.

Через обмеженість простору в міських умовах виникає потреба у формуванні крон дерев шляхом їх обрізки. Такі дії здійснюються як із метою безпеки, так і задля досягнення естетичного ефекту. Дерев, які добре переносять обрізку та формування, застосовуються для створення гармонійних ландшафтних форм, що відповідають стильовим вимогам ландшафтного дизайну та підтримують належний вигляд зелених зон. Медоносні декоративні види також сприяють збереженню біорізноманіття, приваблюючи запилювачів, що важливо для підтримки екосистемної рівноваги.

Одним з ключових критеріїв добору деревних порід для озеленення є характеристика кореневої системи. Рослини з добре розвинутою кореневою системою не тільки стабілізують ґрунт, запобігаючи ерозії, а й здатні добувати воду та поживні речовини з глибших шарів, що особливо важливо в умовах дефіциту вологи й збіднених міських ґрунтів.

Окрім екологічних функцій, дерева з виразними декоративними властивостями (кольорове листя, оригінальна форма крони, декоративне цвітіння) сприяють створенню естетично привабливого міського ландшафту. Вони позитивно впливають на емоційний стан мешканців, покращують візуальну привабливість середовища та формують культурну ідентичність міських просторів.

Успішне озеленення передбачає адаптацію дерев до конкретних умов середовища, включаючи коливання температури, зміни у складі ґрунту та водозабезпечення. Відповідно, породи, які можуть витримувати стресові фактори міського довкілля, є найбільш доцільними для висадження в міському середовищі. Для прикладу, дуби й клени демонструють високу стійкість до температурних коливань, що робить їх придатними для озеленення міста Дніпро з урахуванням його кліматичних особливостей.

При виборі порід важливо враховувати потреби дерев щодо типу ґрунтів. Деякі породи, як-от дуби, потребують добре дренованих ґрунтів без застійної вологи, тоді як берези можуть зростати на вологих, навіть перезволожених ділянках. У міських умовах нерідко спостерігається обмежений доступ до водоносних горизонтів, тому особливо цінними є посухостійкі породи, здатні переносити нерегулярний полив. Берези й клени є прикладами таких дерев, що добре ростуть у степових зонах з обмеженим водопостачанням.

Через забруднення, механічні ушкодження, ущільнення ґрунту та інші несприятливі чинники урбанізованого середовища, дерева повинні демонструвати високу стресостійкість і адаптивність, що гарантує їх довговічність та ефективність у формуванні сталого зеленого середовища. Таким чином, обґрунтований добір деревних порід для внутрішньоквартального озеленення сприяє створенню комфортного, екологічно збалансованого й естетично привабливого урбопростору. Максимізація позитивного екологічного ефекту зелених насаджень можлива лише за умови професійного й усвідомленого підходу до їх добору.

ЕКОЛОГІЧНЕ ТА СУСПІЛЬНО-ВИХОВНЕ ЗНАЧЕННЯ ВНУТРІШНЬОКВАРТАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

*Свашенко А.А., здобувач третього рівня вищої освіти
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна*

Зелені насадження відіграють важливу роль у формуванні мікроклімату міського середовища. Однак норма внутрішньоквартальних зелених насаджень в Україні була встановлена ще у 1931 р. і складала 10 м²/чол., а на практиці – 15–20 м²/люд. і більше. Її величина була обернено пропорційна поверхні забудови. На сьогодні в нашій країні існує тенденція до скорочення норми озеленення, причому за останні сто років – більше, ніж удвічі. Це, звичайно, не відповідає курсу щодо створення стабільного екологізбалансованого урбосередовища

На сьогодні важливим є врахування закордонного досвіду щодо концепції озеленення селітебних територій. Варшава вважається однією з найзеленіших європейських столиць, громадські зелені території становлять майже чверть площі міста. Це одна з небагатьох європейських столиць, де зелені насадження включають не тільки парки, сади, сквери, зелені зони, але і природний заповідник. Чималий відсоток озеленення території Варшави (42 %) належить міським лісам. Досягнення Варшави у сфері озеленення свідчать про великий рівень усвідомлення важливості зелених насаджень для якості життя мешканців та збереження середовища. Інвестування у зелені зони допомагає знижувати рівень забруднення повітря, зменшує шум та стрес, підвищує естетику міста та стимулює активний спосіб життя. Такий підхід до озеленення міста не лише сприяє збереженню природного середовища, але й створює комфортні умови для мешканців, що сприяє їхньому здоров'ю та добробуту.

Однією з провідних функцій озеленення в межах міста є регулювання температурного режиму. У літній період дерева створюють затінення територій, що сприяє зниженню температури повітря. Згідно з науковими даними, температура в районах із густою рослинністю може бути на 2–5°C нижчою, ніж на відкритих міських територіях без зелених насаджень. Це набуває особливої актуальності в умовах глобального потепління клімату та частішання періодів екстремальної спеки протягом року.

Рослини з розлогою кроною, зокрема липи та дуби, ефективно затіняють поверхні, знижуючи температуру асфальтових покриттів і будівель у межах міста. Крім того, процес транспірації, під час якого вода випаровується з поверхні листя, забезпечує додаткове охолодження повітря та підвищує його вологість. Підвищення вологості позитивно впливає на самопочуття людей, знижуючи ризики розвитку респіраторних захворювань та сприяючи покращенню загального мікроклімату урбанізованих територій.

Крім регуляції температури, дерева та чагарники виконують функцію природного шумозахисту. Вони поглинають звукові хвилі та створюють

бар'єри, що обмежують поширення шуму, що особливо важливо в районах із насиченим автомобільним і залізничним рухом, а також поблизу промислових об'єктів. Озеленення вздовж магістралей, поблизу житлових кварталів, дитячих садків, навчальних і лікувальних закладів створює спокійніше та комфортніше середовище для людей.

Наявність зелених насаджень у міському просторі також сприяє зменшенню проявів "міського теплового острова" — явища, зумовленого надмірним нагріванням урбанізованих поверхонь, таких як будівлі, дороги та тротуари. Дерева й чагарники завдяки своїм листовим поверхням поглинають сонячне випромінювання та знижують загальний температурний фон у місті, покращуючи умови проживання.

Важливою екосистемною функцією зелених насаджень є участь у регуляції водного балансу. Поглинаючи вологу з ґрунту та випаровуючи її через листя, рослини сприяють зменшенню застійних явищ на поверхні та покращують водовідвід, що актуально для міст із недосконалою дренажною системою та схильністю до локальних підтоплень після опадів.

Крім суто екологічних переваг, міське озеленення має вагоме естетичне, рекреаційне й виховне значення. Зелені простори формують привабливі ландшафти, що позитивно впливають на емоційний стан мешканців. Вони слугують місцями для відпочинку, фізичної активності та соціальної взаємодії, сприяючи загальному підвищенню якості життя в місті. Таким чином, озеленення територій позитивно позначається на багатьох аспектах міського середовища та побуту населення. Правильний підбір порід дерев, що мають високу екологічну цінність і здатні адаптуватися до міських умов, є запорукою формування комфортного та стійкого до змін клімату міського простору.

Внутрішньоквартальні зелені масиви відіграють особливу роль у збереженні біологічного різноманіття в межах урбанізованого середовища. Вони створюють сприятливі умови для існування як людей, так і представників флори й фауни, які мешкають у місті. Дерева й чагарники, що входять до складу зелених насаджень, забезпечують кормову базу та укриття для птахів, комах і дрібних ссавців. Такі насадження також відіграють значну роль у збереженні рідкісних або зникаючих видів, які здатні існувати лише в специфічних умовах.

Створення біотопів у внутрішньоквартальних зонах дозволяє підтримувати популяції чутливих видів на належному рівні. Це важливо не лише з погляду охорони довкілля, а й для реалізації просвітницьких і виховних програм, спрямованих на формування екологічної свідомості громадян. У зв'язку з цим озеленення внутрішньоквартальних просторів виступає не тільки екологічним, а й соціокультурним фактором сталого розвитку міста.

Серед ключових екологічних функцій внутрішньоквартального озеленення слід відзначити забезпечення належної якості повітря в межах міського простору. Дерева та чагарники мають здатність значно зменшувати рівень шумового забруднення, поглинаючи звукові хвилі та формуючи природні захисні бар'єри. Це особливо важливо у внутрішньоквартальних

зонах, де мешканці прагнуть до тиші та спокою, необхідних для відпочинку після напружених робочих днів. Зелені насадження, розміщені вздовж вулиць, поблизу дитячих ігрових майданчиків, освітніх та медичних закладів, знижують акустичне навантаження та створюють комфортніші умови для повсякденного життя. Результати досліджень підтверджують, що правильно сплановані насадження можуть зменшити рівень шуму на 5–10 дБ, що значно підвищує рівень акустичного комфорту в міському середовищі.

Завдяки зеленим насадженням забезпечується ефективне регулювання мікроклімату, що дозволяє формувати сприятливі умови для життя в місті. Внутрішньоквартальні зелені простори допомагають протидіяти виникненню ефекту «міського теплового острова», сприяючи зниженню температури повітря в літній період та зменшуючи потребу в застосуванні штучних систем кондиціонування, що є енергозатратними та фінансово затратними.

Вагому роль у збереженні водного балансу в урбанізованих умовах відіграють дерева та чагарники, які здійснюють поглинання вологи з ґрунту та транспірацію через листя. Ці процеси підтримують водний цикл, покращують гідрологічну ситуацію та сприяють зменшенню кількості застійних вод на ущільнених поверхнях. Завдяки цьому знижується ризик утворення калюж, підтоплень та погіршення умов пересування мешканців. Рослинність також сприяє покращенню інфільтрації опадів у ґрунт, запобігаючи його ерозії та ущільненню. Внутрішньоквартальні зелені насадження є важливою складовою міської дренажної системи, яка забезпечує ефективне природне водовідведення.

Окрім екологічних переваг, внутрішньоквартальні зелені зони відіграють значну роль у сфері освіти й виховання. Ознайомлення з різноманітним рослинного та тваринного світу, участь у догляді за рослинністю, а також організація екологічних заходів формують екологічну свідомість, відповідальне ставлення до навколишнього середовища та природних об'єктів. Такі насадження можуть використовуватися як природні класи просто неба для проведення занять у школах і дитячих садках, організації екскурсій та акцій із захисту довкілля. Це надає можливість зробити навчальний процес більш пізнавальним, цікавим і практично спрямованим, сприяючи глибшому усвідомленню цінності природного середовища.

Отже, внутрішньоквартальне озеленення має вагоме екологічне значення та виконує важливі функції в освітньо-виховному процесі, формуючи відповідальне ставлення до природи серед міських мешканців. Використання різноманітних видів дерев і чагарників, стійких до умов міського середовища, дозволяє створювати комфортні, екологічно стабільні та привабливі для життя міські простори.

Науковий керівник – Прокопенко Н.В., доц., к.б.н.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО МОНІТОРИНГУ

*Шаталов Д.О., здобувач першого рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
М. Харків, Україна
shatalov@ukr.net*

Лісові екосистеми є важливим компонентом глобальної екологічної рівноваги, забезпечуючи регуляцію клімату, захист ґрунтів, біорізноманіття та джерело природних ресурсів. Їхній стан визначає не лише локальні екологічні умови, а й впливає на загальний баланс біосфери. У ХХІ столітті значно зросли загрози для лісів через антропогенний вплив: вирубування, пожежі, забруднення, зміна клімату. Традиційні методи оцінки стану лісів часто є тривалими, трудомісткими й не забезпечують оперативного виявлення змін. У цьому контексті все більшої актуальності набувають геоінформаційні технології (ГІС), які дозволяють здійснювати моніторинг великих територій у реальному часі. Поєднання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), супутникових знімків, картографічної інформації та польових спостережень формує потужний інструментарій для екологічного аналізу. Застосування ГІС забезпечує об'єктивність, масштабованість і швидкість обробки екологічних даних. Метою даного дослідження є обґрунтування ефективності використання геоінформаційних технологій у процесі оцінювання стану лісових екосистем. Актуальність теми зумовлена потребою у створенні ефективної системи моніторингу, здатної вчасно виявляти деградаційні процеси й запобігати критичним екологічним наслідкам.

Під екологічним станом лісових екосистем розуміють сукупність характеристик, що відображають стабільність функціонування, здатність до саморегуляції та збереження біологічного різноманіття. Основними індикаторами є структура деревостану, ступінь зімкненості крон, наявність мертвої деревини, видовий склад рослин і тварин, рівень забруднення ґрунтів та вод. Важливими також є фізіологічні показники дерев, зокрема ознаки стресу, зменшення приросту, передчасне скидання листя. Моніторинг екологічного стану лісів дозволяє виявляти ранні ознаки деградації, прогнозувати розвиток несприятливих процесів, визначати території, що потребують рекультивації або охорони. Зміни у структурі та функціях лісів можуть бути наслідком як природних чинників (шкідники, буреломи, пожежі), так і антропогенних впливів (вирубування, забруднення повітря, зміни ландшафту). Для адекватної оцінки стану екосистем потрібен комплексний підхід, який включає просторовий аналіз, порівняння з історичними даними та інтеграцію різних джерел інформації. Саме ГІС дає змогу реалізувати такі вимоги.

Геоінформаційні технології – це сукупність програмних, технічних та організаційних засобів для збирання, зберігання, обробки, аналізу й візуалізації

просторових даних. Основу таких технологій складають географічні інформаційні системи, які працюють із картографічною інформацією, прив'язаною до координат. У екологічному контексті ГІС дозволяє аналізувати розташування та динаміку об'єктів у природному середовищі: зміну площі лісів, розширення урбанізованих територій, вплив промислових зон на зелені масиви. Джерелами даних для ГІС виступають супутникові знімки, аерофотозйомка, результати польових досліджень, дані з дронів. Інформація інтегрується в єдину базу й аналізується за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (QGIS, ArcGIS, Google Earth Engine та ін.). ГІС-технології підтримують різні формати даних, включаючи растрові та векторні, що дає змогу будувати багаторівневі моделі змін у лісових екосистемах. Застосування цих технологій значно підвищує точність і швидкість прийняття екологічних рішень.

Одним з ключових джерел інформації для оцінки стану лісів є дистанційне зондування Землі. ДЗЗ передбачає отримання зображень земної поверхні за допомогою супутників або літальних апаратів без безпосереднього контакту з об'єктами. Сучасні супутники мають високий просторовий і спектральний розподіл, що дозволяє виявляти навіть незначні зміни в покриві лісів. За допомогою індексу NDVI (нормалізований вегетаційний індекс) можна аналізувати рівень фотосинтетичної активності рослин, виявляти зони зниження життєдіяльності дерев. Інші індекси – SAVI, EVI, LAI – допомагають деталізувати структуру лісового покриву та динаміку його змін. ДЗЗ ефективно застосовується для спостереження за лісовими пожежами, процесами всихання, вторгнення інвазійних видів. Інтеграція супутникових даних у ГІС-систему дозволяє створювати багатошарові карти екологічного стану, що слугують базою для планування природоохоронних заходів.

Геоінформаційні технології мають низку переваг порівняно з традиційними методами оцінки стану лісів. Передусім, вони забезпечують оперативність, що дозволяє отримувати оновлені дані про великі території з високою частотою. Це критично важливо у випадках лісових пожеж, буревіїв або масового всихання. По-друге, точність просторової інформації дає змогу деталізувати структуру екосистем, ідентифікувати ділянки зі зміненним покривом або порушеним лісовим режимом. По-третє, програмні засоби ГІС дозволяють аналізувати зміни в часі, створюючи серії карт, які демонструють динаміку деградації чи відновлення лісів. Важливою перевагою є також можливість інтеграції різнорідних даних – кліматичних, ґрунтових, гідрологічних, що дозволяє оцінювати взаємозв'язки між природними процесами. Крім того, ГІС-аналіз є доступним для користувачів різного рівня завдяки наявності безкоштовних ресурсів, таких як QGIS чи Google Earth Engine. Сукупність цих переваг робить ГІС незамінним інструментом у системі екологічного моніторингу лісів.

У багатьох країнах світу геоінформаційні технології активно використовуються для моніторингу стану лісів. Наприклад, у Канаді функціонує система National Forest Inventory, яка поєднує супутникові знімки, польові обстеження та ГІС для аналізу лісового покриву. У Бразилії за

допомогою ГІС здійснюється контроль за незаконною вирубкою в Амазонії, що дозволяє вчасно реагувати на екологічні порушення. В Україні також реалізуються проєкти з використанням ГІС, зокрема в межах Національної інвентаризації лісів та ініціатив громадських організацій з охорони природи. У Карпатському регіоні системи моніторингу на базі ГІС допомагають виявляти ерозійно-небезпечні ділянки, оцінювати наслідки суцільних рубок, моделювати вплив кліматичних змін. Такі приклади свідчать про універсальність і ефективність геоінформаційних технологій у різних екологічних і кліматичних умовах. Поширення позитивного досвіду є ключовим чинником для вдосконалення моніторингових систем і екологічного управління лісами.

Попри численні переваги, застосування геоінформаційних технологій супроводжується низкою викликів. Одним із головних є потреба у високоякісних вхідних даних, які не завжди доступні, особливо в умовах обмеженого фінансування. Деякі супутникові знімки є платними або потребують обробки за допомогою складних алгоритмів, що вимагає кваліфікованого персоналу. Іншим обмеженням є технічна складність програмного забезпечення, яке потребує навчання та відповідного технічного забезпечення. Крім того, точність оцінки залежить від погодних умов, пори року та географічного розташування. У гірських або сильно заліснених районах інтерпретація даних може бути ускладнена тінями, хмарами або змішаними пікселями. Ще одним викликом є недостатня інтеграція ГІС у системи державного управління лісами, що ускладнює прийняття рішень на основі просторових даних. Подолання цих обмежень потребує розвитку інфраструктури, навчання кадрів, відкритості даних і міжвідомчої співпраці.

Для підвищення ефективності моніторингу лісових екосистем на базі ГІС слід впроваджувати комплексні підходи, які поєднують автоматизоване збирання даних, аналітичні платформи та інтерактивні візуалізації. Одним із перспективних напрямів є застосування безпілотних літальних апаратів (дронів) для високоточних зйомок, які доповнюють супутникові дані. Також важливо розвивати хмарні обчислювальні платформи (наприклад, Google Earth Engine), що дозволяють обробляти великі масиви даних без потреби у власній технічній інфраструктурі. Удосконалення алгоритмів машинного навчання дає можливість автоматично розпізнавати типи лісового покриву, оцінювати біомасу, виявляти деградаційні процеси. Важливим є також підвищення участі місцевих громад у процесах моніторингу через мобільні додатки та краудсорсинг, що сприяє екологічній свідомості населення. Загалом розвиток екосистем цифрового моніторингу має стати пріоритетом для екологічної політики, спрямованої на збереження лісових ресурсів.

Геоінформаційні технології суттєво підвищують ефективність екологічного моніторингу лісів, забезпечуючи точність, оперативність і комплексність аналізу. Вони дають змогу своєчасно виявляти зміни, оцінювати впливи та планувати природоохоронні заходи. Поєднання ГІС із даними дистанційного зондування й польовими спостереженнями підсилює управління лісами. Водночас реалізація потенціалу ГІС потребує подолання технічних і

фінансових бар'єрів. Необхідна також підготовка фахівців, здатних працювати з просторовими даними на високому рівні. Активне впровадження таких рішень сприятиме прозорості прийняття управлінських рішень та збереженню екосистем у довгостроковій перспективі.

ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

*Чуб М.А., здобувач першого рівня вищої освіти,
Душкін С.С., к.т.н., доц.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна
d.akass@ukr.net*

Зелені технології стали невід'ємною частиною проектів сталого будівництва, враховуючи їх величезний вплив на навколишнє середовище [1]. Їх цінності впливові та всеосяжні, вносячи помітні покращення як в інноваційні об'єкти, так і в існуючі конструкції. Метою цього дослідження є визначення цінності переходу від традиційних технологій до екологічно чистих технологій для досягнення сталих сучасних будівельних проектів, а також виявлення цінностей і проблем впровадження екологічно чистих технологій у будівництві.

Зелене будівництво ґрунтується на принципах енергоефективності, матеріалів, економії води, якості повітря, впливу на територію та комфорту. Метою енергоефективності проектування та будівництва будівель має бути збільшення використання відновлюваних джерел енергії за одночасного зниження енергоспоживання.

Сфера зелених технологій швидко вдосконалюється і стає модним рішенням у будівельній галузі сьогодні. З початку 1990-х років велике значення надається зеленим технологіям, і в сучасному будівництві спостерігається серйозний зсув у бік ефективної реалізації будівельного проекту, заснованого на екологічно чистих заходах, які роблять можливими сталий розвиток. Зелені технології, також відомі як сталий розвиток, - це технології, які мають «зелене» спрямування, орієнтоване на стійкість, що дуже актуально для будівництва в наш час. Коли ми говоримо про «зелені» технології, ми маємо на увазі природу. Але зелені технології, загалом, - це ті, які враховують тимчасовий або довгостроковий вплив інновацій на навколишнє середовище [2]. Зелені технології в будівництві охоплюють будівництво інноваційних будівель, які інтегрують додаткові аспекти екологічно чистих рішень у будівельні проекти.

При будівництві екологічно чистих будівель найвищими цілями є: по-перше, збереження природних ресурсів, усунення негативного впливу будівельної діяльності на екологічну безпеку шляхом виробництва матеріалів,

які можна повторно використовувати або переробляти, а також зміна структури виробництва для скорочення відходів і забруднюючих речовин. По-друге, пошук альтернативи небажаним практикам, які впливають на навколишнє середовище і кидають виклик існуванню людей.

Стале проєктування є основоположним моментом у проєктах сталого будівництва. Воно охоплює практику проєктування фізичної структури, об'єктів і послуг відповідно до принципу екологічної стійкості, з огляду на найважливіші соціально-економічні чинники. Його метою є повне викорінення негативного впливу на навколишнє середовище за допомогою кваліфікованого і глибокого проєктування.

Основними принципами проєктування в зеленому будівництві повинні бути: принципи екологічного дизайну; проєкт повинен слідувати законам життя, а не навпаки; при проєктуванні необхідно враховувати біологічну справедливість; використання відновлюваних джерел енергії; використання малотоксичних і нетоксичних матеріалів; використання енергоефективних матеріалів; ключовим моментом у проєктуванні повинно стати усунення відходів; використання матеріалів, придатних для повторного використання і переробки.

Можливо, найзначнішою цінністю будівель, в яких застосовуються зелені рішення, є екологічний вплив відходів, які вони мінімізують. Ортодоксальні технології, наприклад, бензинові генератори, можуть призвести до широкого руйнівного впливу на навколишнє середовище, що робить необхідним для компаній рішення про використання зелених технологій. Опитування, проведене Building Engineering Service Association (BESA) [3], показало, що майже 70% офісних працівників вважають, що погана якість повітря на їх робочому місці негативно впливає на їх щоденну продуктивність і благополуччя. Безумовно, зелені рішення, застосовувані в будівельних проєктах, допоможуть забезпечити більш здорове робоче середовище.

Зелені технології в будівництві – це ефективний спосіб використання ресурсів, який може забезпечити енергоефективність, скорочення відходів і стійку системну еволюцію. Сьогодні існує велике різноманіття відновлюваних будівельних технологій, які можуть безпосередньо впливати на те, наскільки добре функціонує будівля. Наприклад, прохолодні дахи спеціально призначені для поліпшення відображення сонця за рахунок зниження викидів від теплового джерела. Іншими словами, вони відображають більше сонячних променів, ніж будь-який звичайний дах з гонту. Це запобігає потраплянню будь-якого внутрішнього повітря, як теплого, так і холодного, у верхню частину будівлі. Влітку під пронизливим жаром сонця темні дахи з гонту можуть нагріватися до температури близько 65,5 градусів за Цельсієм. Відбивна здатність прохолодного даху може знизити цю температуру більш ніж на 50 градусів за Цельсієм. Зниження температури даху саме по собі, безумовно, є перевагою, хоча реальна економія — це внутрішні приміщення. Прохолодний дах буде сприяти зниженню внутрішньої температури будівлі, або відбиваючи проникаюче тепло, або утримуючи повітря всередині.

Традиційний спосіб будівництва споживає багато суспільних ресурсів і спричиняє величезне забруднення природи. Тому система управління зеленим будівництвом, заснована на теорії екологічного міста, є дуже необхідною в процесі урбанізації.

Система управління екологічною безпекою в будівлі є важливою складовою забезпечення комфорту та здорового робочого середовища. Вона допомагає контролювати рівні забруднення повітря, води та інших ресурсів у будівлі. Це сприяє запобіганню захворюванням, пов'язаним з негативним впливом на навколишнє середовище.

Система управління екологічною безпекою в будівлях у смарт-містах використовує передові технології моніторингу та автоматизації. Це включає датчики якості повітря, системи оптимізації споживання води та електроенергії, а також інтегровані механізми утилізації відходів. Розумні будівлі застосовують енергоефективні рішення, такі як сонячні панелі, рекуперація тепла, використання екологічно чистих матеріалів та зелені дахи, які сприяють природному охолодженню будівель і зменшенню ефекту теплового острова.

Одним із важливих аспектів сталого розвитку є зменшення викидів парникових газів та раціональне використання ресурсів. У цьому контексті зелене будівництво має значний потенціал, оскільки дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля за рахунок використання енергоефективних технологій та екологічно безпечних матеріалів. Наприклад, будівництво з нульовими викидами (Zero Energy Building) передбачає, що будівля генерує стільки енергії, скільки споживає, використовуючи відновлювані джерела енергії.

Окрім екологічних переваг, зелена архітектура позитивно впливає на здоров'я та добробут мешканців. Використання натуральних матеріалів, системи вентиляції, що підтримують чистоту повітря, а також наявність зелених зон довкола будівель сприяють створенню комфортного середовища для життя та роботи. Смарт-міста також активно впроваджують концепцію «міста пішохідної доступності», що передбачає розвиток велоінфраструктури, громадського транспорту та мінімізацію використання приватного автотранспорту, що також сприяє зменшенню рівня забруднення.

Підсумовуючи, система управління зеленим будівництвом у межах смарт-міст є важливим кроком на шляху до сталого розвитку. Впровадження інноваційних технологій, підвищення енергоефективності та збереження природних ресурсів дозволить створити екологічно безпечне та комфортне середовище для майбутніх поколінь, а розробка стратегій та програм для впровадження зелених технологій у старі будівлі може прискорити цей процес.

Перелік посилань

1. Dushkin, S. (2024). Ecology and green technologies in the construction industry. ISARC congress. P. 1351-1352.
2. Arslan, B. (2016). Pakistan: What is Green Technology and its benefits. URL: <https://www.green-technology.org/>
3. BESA. URL: <https://www.thebesa.com/>

ЯПОНСЬКИЙ ДОСВІД ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛАНДШАФТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОЛІТІВ

*Чуб М.А., здобувач першого рівня вищої освіти
Анісімова С.В., доц., к.г.н.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна*

У червні 2021 року на форумі «Україна 30» Володимир Зеленський виступив з гучною ініціативою – висадити мільярд дерев у найближчі три роки.

Ініціатива «Мільярд дерев» - це екологічний проект, спрямований на озеленення України. Далі назва проекту перетворилась на «Зелену країну».

Він передбачає висадження дерев для покращення стану навколишнього середовища та боротьби зі змінами клімату.

Основні етапи реалізації цієї ініціативи включають:

1. Планування та підготовка: Визначення територій, які потребують озеленення, та розробка плану висадження дерев, включаючи вибір дерев.

2. Вибір видового складу: Зазвичай до висаджування залучаються місцеві види дерев, адаптовані до кліматичних умов регіону. Це можуть бути дуби, сосни, берези, ялини та інші.

3. Залучення громадськості: Організація акцій по висаджуванню дерев, до яких запрошуються мешканці, школи, учнівська молодь, місцеві організації.

4. Підтримка з боку влади: Включення ініціативи до програм місцевого розвитку, виділення коштів на придбання саджанців та проведення заходу.

5. Моніторинг і догляд: Після висаджування проводиться моніторинг здоров'я рослин, необхідність поливу, обробки від шкідників та хвороб.

Коли мова йде про ліси, то має значення кількість дерев. Вони «консервують» вуглець своїх стовбурах, захищають схили від руйнування, дають гриби, ягоди, горіхи та лікарські рослини місцевому населенню. Тобто, багато лісів – багато екосистемних послуг, якими тією чи іншою мірою користується кожен з нас, а також підтримання природних ландшафтів.

Найкращими є ліси, які людина не рубала ніколи або рубала дуже давно – праліси, або старовинні ліси. Крім власне дерев в них багато різних рослин, тварин і грибів, тобто вони мають велике різноманіття.

Але в Україні залишилось лише близько 10% від усіх лісів, що не рубались хоча би сто років. Решта лісів – молоді, штучно насаджені.

Однак, найбільше значення має не кількість, а «якість» лісів. З точки зору біорізноманіття молоді ліси, де дерева висаджені на відстані один від одного, дуже бідні, тому що крім дерев в них практично нічого й нікого немає. До того ж, за справу висаджування дерев взялися лісівники. При цьому, найбільше дерев висаджено в традиційно «лісистих» областях України – Житомирській та Волинській – і на землях, де ліс був попередньо вирубано.

Ще один негативний вплив бездумного впровадження ініціативи «Зелена країна» - висадка дерев там, де їх природно не було. Це степи і луки, яких зараз

залишилось близько 3-5 %. Решта розорана та перетворена на поля. Залишки українських степів переважно збереглися у балках або інших місцях, де так просто трактором не заїдеш. Через низький інтерес з боку аграріїв такі степові балки масово передавали лісгоспам для висадки дерев.

До того ж такі землі часто засаджуються інтродукованими видами рослин, такими як маслинка вузьколиста, клен ясеневидний, робінія звичайна, дуб червоний, ясен пенсільванський.

Країни Європи пішли іншим шляхом. Щоб допомогти клімату, в країнах Євросоюзу садять міні-ліси, що швидко ростуть. Вони більш щільні і вважається, що в них більше біорізноманіття, ніж в інших видах штучних лісів.

Крихітна та густі ліси виникають по всій Європі як частина руху, спрямованого на відновлення біорізноманіття та боротьби з кліматичною кризою.

Ліси, які часто розташовані у шкільних дворах або вздовж доріг, можуть бути зовсім невеликими – буквально розміром з тенісний корт. Вони ґрунтуються на концепції японського ботаніка доктора Акіри Міявакі, який посадив понад 1000 таких лісів в Японії, Малайзії та інших країнах.

Прихильники його методу кажуть, що мініатюрні ліси ростуть у 10 разів швидше і стають у 30 разів щільнішими, і в них у 100 разів більше біорізноманіття, ніж у тих, що висаджуються звичайними методами.

Такі ліси не тільки сприяють покращенню мікроклімату в селитебних зонах. Вони змінюють на краще ландшафти, наближаючи їх до природних, що особливо важливо в густонаселених регіонах.

Щоб отримати бажане, важливо, важливо використовувати сорти адаптовані до місцевих умов, саджанці треба висаджувати близько один до одного – по три рослини на квадратний метр. А для щоб відтворити багаторівневу систему природного лісу, в ідеалі в одному міні-лісі треба використовувати не менше 30 сортів.

Підтвердженням методу щільної висадки дерев, що сприяє швидкому їх зростанню, є відновлення природного лісу на місці колишнього Каховського водосховища. За рахунок того, що насіння верби та тополі проросло дуже тісно, лише за чотири місяці ліс піднявся на 2-3 метри. Щільність розташування паростків спонукало рослини тягнутися до сонця, конкурувати між собою.

Тепер дерева, що стрімко вкривають територію у 2000 квадратних кілометрів, претендують стати найбільшим європейським проектом відновлення природи. А зважаючи на катастрофічні наслідки російської агресії для довкілля - цей молодий ліс вже зараз став найбільшим лісом, що тепер є на півдні України. Вчені сподіваються, що цей ліс і надалі буде формуватися, оскільки заплавні вербово-тополеві ліси - це біотоп з 4-ї резолюції Бернської конвенції, його охороняють на рівні всієї Європи. Це якраз то мільярд дерев, який намагаються в нас посадити, а він тут вже росте.

Загалом дослідники цього нового лісу зафіксували наявність до 65 видів рослин. Звісно, серед цих видів є чужорідні – за дуже попередньою оцінкою, їх четверта частина, а домінантною є верба.

Вчені кажуть, що такі екосистеми є дуже важливими для досягнення кліматичних цілей. Такий висновок ґрунтується на ідеї, що природні ліси можуть поглинати у 40 разів більше вуглецю, ніж плантації одного виду.

Ліси Міявакі, висаджені по природному принципу, призначені для відновлення земель за набагато менший час, ніж 70 років, які потрібні для природного відновлення лісу.

Ліси за методом Міявакі включають рослини різних висотних рівнів – трав'яний, чагарниковий, підлісок та верхній ярус дерев. Така структура імітує природний ліс, створюючи щільну екосистему, стійку до посух, шкідників та інших несприятливих факторів.

Основна мета методу – створення густих, стійких лісів з місцевих видів дерев за короткий проміжок часу. Ліси, посажені таким чином, ростуть в 10 разів швидше, у 30 разів щільніше і містять у 100 разів більше різноманіття, ніж звичайні лісопосадки.

Метод заснований на концепції відновлення природних екосистем через посадку локальних видів рослин та утворення природних умов для їх зростання. Ось основні засади цієї методики:

1. Використання місцевих (аборигенне) видів дерев та чагарників, що допомагає уникнути конкуренції з чужорідними видами, які можуть пригнічувати зростання місцевих дерев та біти менш стійкими до шкідників.

2. Максимальне ущільнення посадок. Саджанці висаджуються на невеликій відстані один від одного (приблизно 3-5 саджанців на квадратний метр). Висока щільність сприяє конкуренції за сонячне світло та воду, що стимулює прискорене зростання дерев.

3. Імітація природних лісових ярусів. Ліси включають рослини різних висотних рівнів – трав'яний, чагарниковий, підлісок та верхній ярус дерев. Така ст. рук тура імітує природний ліс, створюючи щільну екосистему, стійку до посух, шкідників та інших несприятливих факторів.

4. людського втручання після посадки. Через кілька років після висадки ліс стає самодостатнім і не вимагає поливу, обрізки або догляду. Це досягається завдяки натуральним процесам зростання та розвитку екосистеми.

5. Інтенсивне мульчування та удобрення ґрунту. Перед посадкою ґрунт збагачують органічними добривами, а поверхню покривають мульчею, щоб зберегти вологу та створити умови для мікробіологічної активності. Це дозволяє рослинам швидше адаптуватися та підтримати здоров'я ґрунту.

Метод Міявакі довів свою ефективність у різних країнах світу, від Японії та Індії до європейських країн та США.

У післявоєнний час в Україні треба буде відновлювати порушені, зрубані та згорілі ліси, лісопосадки і лісополоси, відновлювати ландшафти, проводити озеленення та ландшафтний благоустрій населених пунктів. Метод Міявакі допоможе скоротити час отримання природних лісових посадок на відміну від традиційних методів висадки дерев.

МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В ІНДИКАЦІЇ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА

Онiщенко А.В., здобувач другого рiвня вищої освiти,

Прокопенко Н.В., к.б.н, доц..

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

м.Харків, Україна

Бударний М.М., здобувач першого рiвня вищої освiти

Шмандій В.М., д.т.н., проф.

Кременчуцький національний університет імені Михайла

Остроградського,

м. Кременчук, Україна

Зелені насадження в межах міста не лише прикрашають урбанізоване середовище, а й виконують важливі екологічні функції — зокрема, збагачують атмосферу киснем, сприяють поліпшенню мікрокліматичних умов, утримують пилові частки й шум, а також абсорбують або нейтралізують шкідливі викиди, що надходять у повітря від промислових підприємств і транспортної інфраструктури. Водночас вплив забруднення повітря й ґрунтів, ущільнення ґрунтового шару, а також механічне травмування під час проведення будівельних робіт призводить до ослаблення міських дерев, що робить їх більш уразливими до захворювань, спричинених патогенами, і до пошкоджень фітофагами.

Оцінювання впливу різних чинників на стан дерев у межах міста здійснюється за показниками їхнього росту та санітарного стану. Подібні дослідження найчастіше проводили для деревних порід, які найпоширеніші в міських зелених насадженнях, зокрема *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., *Aesculus hippocastanum* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus* spp.

Реакція дерев на вплив чинників різної природи в умовах урбоценозів зумовлена як видовими особливостями рослин, так і специфікою урбанізованого середовища. На ці реакції впливають щільність і типи забудови, площі зелених насаджень, розташування автошляхів, наявність промислових об'єктів тощо.

Для проведення дослідження було обрано ділянку, розташовану в центральній частині міста Полтава. Центральною точкою міста традиційно вважається Корпусний сад, більш відомий як Кругла площа, що є історичним осередком і символом Полтави.

Корпусний сад — це міський парк, розташований у самому серці Полтави. Із 1964 року він має статус пам'ятки садово-паркового мистецтва. Флора парку представлена близько 70 видами дерев і кущів, серед яких зустрічаються рідкісні. Клумби оздоблені півоніями, трояндами та іншими декоративними культурами. Загальна площа парку становить приблизно 6 гектарів.

По периметру Корпусного саду розташована вулиця Соборності, а в безпосередній близькості — вулиці Театральна, В'ячеслава Чорновола, Пилипа Орлика, Монастирська, Гоголя та Європейська.

Другим об'єктом для дослідження обрано Павленківський парк, який також розміщено у центральній частині Полтави. Його площа становить близько 2,5 гектара. Парк структуровано на кілька функціональних зон — відпочинку, дозвілля та спортивну. Рослинність представлена приблизно 20 видами дерев, чагарникових рослин, декоративних квітів і газонних трав.

Поряд із Павленківським парком проходять вулиці Соборності та Зенківська. Обидві вулиці характеризуються щільною забудовою, високою інтенсивністю руху автотранспорту, наявністю зупинок громадського транспорту та активним транспортним потоком.

Основну частину транспортного потоку на обраних ділянках складали легкові автомобілі — їх частка становила 77 % від загальної кількості транспортних засобів.

Інтенсивність транспортного руху становить (в середньому за 1 годину) — для вул. Соборності 1819 транспортних засобів, для вул. Зеньківській — 1129 транспортних засобів.

Розрахунок маси викидів забруднюючих речовин із відпрацьованими газами при русі автотранспорту становить: $M_{CO}=4,06$ кг/год, $M_{CH}=0,69$ кг/год, $M_{NO_2}=0,32$ кг/год, $M_{SO_2}=0,06826$ кг/год (по вул.Соборності); $M_{CO}=2,50$ кг/год, $M_{CH}=0,43$ кг/год, $M_{NO_2}=0,198$ кг/год, $M_{SO_2}=0,044702$ кг/год (по вул.Зеньківській).

Найгірша ситуація з навантаженням на атмосферне повітря спостерігається на вул. Соборності, що пов'язано як із надзвичайно високою інтенсивністю руху транспорту, так і з мінімальною відстанню від дороги до житлової забудови. Натомість умови на вул. Зенківській є дещо сприятливішими, завдяки більшій віддаленості житлових кварталів від транспортної інфраструктури.

У межах цього дослідження для оцінювання якості середовища паркових зон міста Полтава як тест-об'єкт було обрано деревну рослину — липу дрібнолисту (*Tilia cordata* Mill).

Липа дрібнолиста — це листопадне дерево, що досягає висоти 25–30 метрів і має стовбур діаметром понад 1 метр. Усі представники роду характеризуються гармонійною густою кроною, яка легко піддається формуванню (ширина крони становить від 2 до 5 метрів). Листки прості, розташовані почергово, мають серцеподібну форму, загострені на кінці та зубчасті по краю.

Визначення показника флуктуючої асиметрії проводили за стандартною методикою, ґрунтуючись на вимірюванні 5 параметрів листової пластини: 1 - ширина лівої і правої половинок листка (для вимірювання листок складається навпіл, верхівка поєднується з основою листової пластинки, за складкою, яка утворилася в середині, вимірюється відстань від кордону центральної жилки до краю листка); 2 - довжина жилки другого порядку, другої від основи листка; 3 -

відстань між основами першої та другої жилок другого порядку; 4 - відстань між кінцями цих самих жилок; 5 - кут між головною жилкою і другою від основи листка.

Показники стану дерев на досліджуваних ділянках наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Оцінка якості середовища досліджуваних паркових територій

Площадки	Значення показника асиметрії	Бал	Якість навколишнього середовища
Корпусний парк	0,052	IV	Значні відхилення від норми
Павленківський парк	0,045	III	Середній рівень відхилення від норми

Міське середовище виступає потужним чинником впливу на живі організми. В умовах стрімкого зростання промислового виробництва та інтенсивного розвитку автотранспорту роль зелених насаджень у підтриманні екологічної рівноваги в містах істотно зростає. Це актуалізує проблему створення комфортних та безпечних умов життя населення. Одним із основних напрямів покращення стану навколишнього середовища є благоустрій і системне озеленення урбанізованих територій.

Міські парки, розташовані в межах густонаселених районів, піддаються впливу забруднення повітря, джерелами якого є промислові підприємства та транспортні засоби. Відтак екологічний моніторинг у таких умовах набуває особливої значущості. Серед різноманітних підходів до оцінювання стану довкілля — фізичних, хімічних, фізико-хімічних — пріоритетною нині вважається біологічна оцінка.

Біоіндикація є одним із найбільш доступних, наочних і об'єктивних методів оцінювання якості довкілля. Перспективним підходом у межах цього напрямку є аналіз стабільності або нестабільності індивідуального розвитку організмів — видів-індикаторів. Вивчення стабільності біологічних систем на різних рівнях організації є важливим, оскільки саме живі організми є носіями інтегральної інформації про умови середовища, в якому вони перебувають.

Наукові дані свідчать, що показник флуктуючої асиметрії листових структур є чутливим до хімічного забруднення. При зростанні антропогенного тиску рівень асиметрії зростає, відображаючи стрес, спричинений як генетичними, так і середовищними чинниками. У зв'язку з цим флуктуаційна асиметрія набуває все ширшого застосування для діагностики екологічного стану середовища.

Наразі тривають дослідження щодо здатності окремих рослин впливати на покращення якості середовища існування в умовах урбанізації й техногенного навантаження. Одним із таких видів є липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), яка широко використовується для озеленення в промислових містах. Сучасні літературні джерела, а також результати власних досліджень підтверджують доцільність застосування цього виду як ефективного біоіндикатора стану міського середовища.

Перелік посилань

Семак У. Ю. Вплив факторів техногенного трансформованого середовища на рівень флюктууючої асиметрії листкових пластинок деревних рослин // Науковий вісник Ужгородського університету, Серія Біологія. – 2020. – вип. 48. – С. 28–33.

Бессонова В. П., Чонгова А. С. Морфометричні показники деревних рослин в індикації забруднення довкілля // Екологічні науки. – 2023. – №1 (46). – С. 102–108.

Fedorova, G. V., Shaloumov, Y. N. Use of the bioindication method of fluctuating asymmetry of the maple leaf (*Acer Platanoides* L.) for assessing the quality of the enviroment in the populated areas. // Man and Environment. Issues of Neoecology. – 2017. – № 3-4(28), –Р. 130-138.

ОЦІНКА ВПЛИВУ РЕКРЕАЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ХВОЙНІ РОСЛИНИ

Луб Є.А. здобувач другого рівня вищої освіти,

Внукова Н.В., д.т.н, проф..

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

м.Харків, Україна

Плахотна М.О., здобувач першого рівня вищої освіти

Солошич І.О., д.пед.н., проф.

Кременчуцький національний університет імені Михайла

Остроградського,

м. Кременчук, Україна

У сучасних умовах розвитку суспільства, коли спостерігається зниження як фізичних, так і моральних можливостей людини, зростає значущість процесів оздоровлення та відновлення життєвих сил. Саме це підкреслює важливість рекреації та рекреаційної діяльності.

Термін «рекреація» походить від французького *récréation*, польського *rekreacja* та латинського *recreatio* — «відновлення сил» і означає відновлення чи відтворення фізичних і духовних можливостей, витрачених у процесі повсякденної діяльності. Рекреація охоплює різні види активностей у вільний час, покликані відновити енергію та задовольнити особисті й суспільні потреби.

Рекреація включає систему заходів, пов'язаних із використанням вільного часу для оздоровчих, культурно-пізнавальних і спортивних занять на спеціально відведених територіях, розташованих поза місцем постійного проживання людей. Фундаментом для розвитку рекреації виступають

рекреаційні ресурси. Під ними розуміють сукупність природних і антропогенних об'єктів та явищ, які можуть використовуватися з метою відпочинку, оздоровлення і туризму. До них належать як природні, так і культурно-історичні компоненти довкілля.

Велике значення для рекреації мають зелена насадження, в тому числі хвойні. Нажаль в умовах антропогенних навантажень (через забруднення атмосферного повітря, ґрунтів) стан хвойних насаджень значно погіршується.

Дослідження було проведено в м.Тернопіль. Слід зазначити, що зелені насадження м.Тернопіль можна розглядати як комплексу зелену зону міста (КЗЗМ). Ця зона включає зелені насадження загального користування (сквери 10 одиниць, парки – 6 одиниць, бульвари – 5 одиниць, зелені насадження в житловій забудові), система зелених насаджень обмеженого користування, система зелених насаджень спеціального призначення, водні об'єкти, ліси зеленої зони міста, газони, багаторічні насадження приватної забудови.

У місті Тернопіль структура природнорекреаційного фонду КЗЗМ виглядає наступним чином: ліси – 55,5 % (4907 га), багаторічні насадження – 21,5 % (1902,5 га), водойми і прилеглі території – 8,5 % (714,5 га), загальнодоступні зелені насадження – 6,5 % (577 га), газони, пасовища і сіножаті – 4,5 % (406,5 га), зелені насадження обмеженого користування – 3,5 % (321 га). Загальна площа природнорекреаційних ресурсів становить 8830 га, з яких 2258 га (25,5 %) припадає на лісопаркову зону, а 6572 га (74,5 %) – на лісогосподарську частину. Інфраструктурні елементи, як-от алеї, малі архітектурні форми, благоустрій пляжів та зонування територій, відіграють важливу роль у регулюванні рекреаційного навантаження та упорядкуванні потоків відвідувачів.

Рекреаційне використання території КЗЗМ поділяється на внутрішньоміське (лісопаркове) та заміське (лісогосподарське). Кожне з цих напрямів поділяється на зони далекої, середньої та ближньої рекреації залежно від доступності. Ближня зона лісопаркової рекреації охоплює зелені насадження обмеженого користування в межах житлових кварталів, які є найзручнішими для мешканців.

У середній зоні лісопаркової рекреації домінують насадження загального користування – парки, бульвари, сквери. У Тернополі площа парків становить 450 га, скверів – 10,5 га, бульварів – 5,5 га.

У межах зони далекої лісопаркової рекреації головну роль відіграють великі паркові комплекси. До складу лісопаркової частини КЗЗМ Тернополя входять шість парків: «Національного відродження», «Топільче», ім. Т. Шевченка, «Старий парк», парк «Здоров'я» та регіональний ландшафтний парк «Загребелля».

Аналіз відвідування рекреаційних територій міста показав наступне. Рекреаційна ємність парків міста складає 13037 осіб, водосховища із прибережними зонами – 5500 осіб. Рекреаційна ємність лісів КЗЗМ Тернопіль становить 245350 осіб, лісопаркової частини – 17850 осіб. Ємність території придатної для ведення сільськогосподарської діяльності у приміській зоні

Тернополя складає 9678 осіб. Для далекої заміської рекреації мешканці м. Тернопіль використовують туристичні дестинації НПП «Кременецькі гори» та «Дністровський каньйон».

Для дослідження було обрано площі на території НПП «Кременецькі гори». Парк створено згідно з Указом Президента України «Про створення національного природного парку «Кременецькі гори» № 1036/2009 від 11 грудня 2009 року на території Кременецького та Шумського районів Тернопільської області. Загальна площа Парку становить 6951,2 га.

У межах Парку 100 % території відносяться до горбогірних природних комплексів, для яких рекомендовано: мінімальне нормативне рекреаційне навантаження у 100 осіб/км², середнє – 125 осіб/км², максимальним у 150 осіб/км² (у теплий сезон), а відтак і рекреаційна ємність. Для Парку рекреаційна ємність визначено для обох сезонів (теплий сезон 183 дні, холодний – 182 дні) через специфіку видів рекреаційних занять і туристичні особливості. Хоча звісно використання туристичних ресурсів Парку у холодний сезон є значно нижчим, ніж у теплий.

Одним з маршрутів, на якому було виконано дослідження, є еколого-туристичний маршрут «Замкова гора».

Оптимальна кількість відвідувачів маршруту за сезон складає: $1400 \cdot 4 / 10000 \cdot 180 \cdot 150 = 15120$ осіб/рік. В останні роки спостерігається значне перевищення рекреантів (орієнтовно 30000 осіб).

Дослідження дерев сосни було проведено на 7 площадках досліджень. Результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Інтенсивність відвідування території пробних площ і вплив антропогенного характеру (обстежувана порода - сосна)

№ площадки	Кількість відвідувачів люд/год	Механічні пошкодження дерев антропогенного походження	Рівень забруднення території побутовими відходами
2	10-15	Чисельні пошкодження кори дерев	Поодинокі знахідки побутових відходів
4	5-10	Поодинокі пошкодження кори дерев	Низький рівень забруднення
5	20-25	Поодинокі пошкодження кори дерев	Достатньо високий рівень забруднення
7	Менше 3	Поодинокі пошкодження кори дерев	Забруднень не виявлено
9	25-30	Численні пошкодження кори дерев	Високий рівень забруднення
10	5-10	Без видимих слідів пошкоджень	Забруднень не виявлено
11	15-20	Поодинокі пошкодження кори дерев	Поодинокі знахідки побутових відходів

На основі результатів проведеного обстеження встановлено, що серед досліджуваних ділянок із сосновими деревостанами найвище рекреаційне

Збірка матеріалів 87-ї Міжнародної наукової конференції студентів університету.

Секція Кафедри ЕКОЛОГІЇ. 10 квітня 2025 року

навантаження спостерігається на площадках № 9 та № 5. Зафіксовано, що інтенсивність відвідування цих територій становить 20–30 осіб на годину, що супроводжується підвищеним рівнем забруднення. При цьому на площадці № 9 виявлено численні механічні пошкодження дерев.

Зниження потоку відвідувачів ділянок загалом сприяє зменшенню рівня засміченості, однак це не завжди призводить до скорочення кількості пошкоджених дерев. Так, на площадці № 2, яка розташована у віддаленій частині маршруту від основної зон відпочинку, зафіксовано дерев з чисельними пошкодженнями кори. Ці пошкодження однозначно мають антропогенне походження.

Дослідження стану дерев ялини проводилось на екологічно-туристичному маршруті «Уніас».

Оптимальна екологічна ємність маршруту становить: $2100 \cdot 2 / 10000 \cdot 180 \cdot 11,8 = 893$ особи/рік. Відвідування у межах норми

Характеристика стану дерев ялини наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Інтенсивність відвідування території пробних площ вплив антропогенного характеру (обстежувана порода - ялина)

№ площадки	Кількість відвідувачів люд/год	Механічні пошкодження дерев антропогенного походження	Рівень забруднення території побутовими відходами
1	15-20	Поодинокі пошкодження кори дерев	Забруднень не виявлено
3	Менш 3	Без видимих слідів пошкоджень	Забруднень не виявлено
6	Менш 5	Без видимих слідів пошкоджень	Забруднень не виявлено
8	65-70	Численні пошкодження гілок нижнього ярусу крони, зарубки на корі дерев, пошкодження кореневої системи	Високий рівень забруднення

Серед досліджених ялинових деревостанів найбільш інтенсивно відвідуваною виявилася ділянка №8, де у вихідні дні кількість відвідувачів сягала до 70 осіб на годину. Саме на цій ділянці зафіксовано найвищий рівень засміченості побутовими відходами: вздовж доріжок систематично трапляються сліди перебування людей, попри регулярні прибирання, що здійснюються працівниками парку. У зонах несанкціонованих стоянок виявлено скупчення сміття, а також численні механічні пошкодження дерев — зокрема стовбурів і гілок.

Натомість на територіях із незначним рекреаційним навантаженням (до 5 осіб на годину), зокрема на площадках № 3 та № 6, побутових відходів не виявлено. Також у межах обстежених деревостанів не зафіксовано жодних ознак механічних ушкоджень.

Згідно з положеннями наукових джерел, на першій та другій стадіях рекреаційної дигресії вплив антропогенного чинника призводить лише до незначних змін у природному комплексі, тому на цих територіях, як правило, немає потреби у впровадженні обмежень щодо природокористування. Водночас важливим є здійснення постійного моніторингу стану лісових екосистем і врахування їхніх реакцій на поступове зростання антропогенного тиску.

Для підтримання екологічної стабільності природних систем, що вже перейшли у третю стадію рекреаційної дигресії, необхідно впроваджувати режим обмеженого природокористування. Це дасть змогу уникнути подальшої деградації екосистем. Перехід лісових угруповань до четвертої та п'ятої стадій свідчить про перевищення допустимого рівня рекреаційного навантаження та набуття ним критичного характеру. У таких випадках необхідно терміново вжити заходів із регулювання інтенсивності відвідуваності територій, а також зменшення загального рекреаційного навантаження. Беручи до уваги реакції екосистем на посилення антропогенного впливу та встановлені стадії рекреаційної дигресії пробних площ, особливо важливим є здійснення безперервного спостереження за їхнім станом. Крім того, на більшості обстежених ділянок варто запровадити обмеження у режимах природокористування. Це особливо актуально для території площадок № 8 і 9 та площадки № 5, де внаслідок четвертої та п'ятої стадій дигресії зафіксовано тенденцію до погіршення стану деревостанів.

З метою недопущення подальшої деградації природних ландшафтів необхідно вжити дієвих заходів щодо зниження рекреаційного навантаження та регулювання потоку відвідувачів. Для цього доцільно використовувати адміністративно-правові підходи, які передбачають розроблення системи норм, обмежень і заборон, що враховують рівень стійкості природних комплексів до антропогенного тиску. Важливим напрямом у цьому контексті є просторове зонування територій, оптимізація дорожньо-стежкової мережі, поліпшення умов благоустрою та підвищення рекреаційної привабливості альтернативних ділянок, що дозволить здійснити розвантаження найбільш уразливих зон.

Перелік посилань

1. Ковальська Л. В. Рекреаційна географія: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. України / Л. В. Ковальська. – Івано-Франківськ: НАІР, 2023. – 213 с
2. Кузик І. Оптимізаційна модель комплексної зеленої зони міста Тернополя. / І. Кузик, І. Поздяк // Географія, Екологія, Туризм: теорія, методологія, практика: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 25-річчю географічного факультету ТНПУ ім. В. Гнатюка (21-23 травня 2015 р.). Тернопіль: СМП «Тайп», 2015. – С. 286-288.
3. Питуляк М.Р. Особливості рекреаційного лісокористування в Тернопільській області /М.Р. Питуляк, М.В. Питуляк. //Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія. – 2017. – №2. – С. 185-190

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ УНІВЕРСАЛЬНИХ ПІЗНАВАЛЬНИХ ДІЙ

Орлова Д.В., здобувач другого рівня вищої освіти,

Внукова Н.В., д.т.н, проф..

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

м.Харків, Україна

Плахотна М.О., здобувач першого рівня вищої освіти

Солошич І.О., д.пед.н., проф.

Кременчуцький національний університет імені Михайла

Остроградського,

м. Кременчук, Україна

В Україні законодавчо основною метою вищої освіти визначено підготовку кваліфікованих компетентних фахівців, здатних успішно конкурувати на міжнародному ринку праці, які впевнено орієнтуються в суміжних галузях знань і готові до постійного професійного зростання. Підвищення вимог суспільства до підготовки майбутніх екологів потребують сьогодні прийняття нових рішень щодо створення цілісної педагогічної системи, що передбачає єдність окремих етапів, послідовності ідей, змісту, взаємозв'язку природничих та професійноорієнтованих дисциплін.

На думку освітян, процес навчання є різновидом пізнавального процесу, який протікає в певних специфічних умовах. Саме тому загальні закономірності наукового пізнання застосовні й до цього процесу. За такого підходу до навчання в учнів формуються дослідницькі вміння та навички, формування яких ґрунтується на дослідницькому принципі в навчанні.

Закон України «Про вищу освіту» в свою чергу також визначив, що наукова діяльність у закладах вищої освіти є невід'ємною складовою освітньої діяльності і здійснюється з метою інтеграції наукової, навчальної і виробничої діяльності в системі вищої освіти. А одними із важливих шляхів забезпечення наукової діяльності вищих навчальних закладів є безпосередня участь учасників навчально-виховного процесу в науково-дослідних і дослідно-конструкторських роботах та організація наукових, науково-практичних, науково-методичних семінарів, конференцій, олімпіад, конкурсів, науково-дослідних, курсових, дипломних та інших робіт учасників навчально-виховного процесу. Таким чином, формування дослідницької компетентності у системі професійних компетентностей майбутніх фахівців є одним з першочергових завдань, що стоять перед сучасною вищою освітою.

Дослідницька діяльність передбачає освоєння здобувачами універсального способу діяльності, набуті навички організації дослідження, що дає змогу, зі свого боку, підвищити мотивацію до навчальної діяльності. У сучасній педагогіці виокремлюють три рівні реалізації дослідницької діяльності: 1) педагог ставить проблему і окреслює стратегію й тактику її розв'язання, а розв'язання належить знайти здобувачу самостійно; 2) педагог

ставити проблему, але шляхи й методи її розв'язання здобувачу треба знайти самостійно (на цьому рівні допускається колективний пошук); 3) на третьому (вищому) рівні постановку проблеми, метод її дослідження та розроблення розв'язання здійснюють здобувачі самостійно.

Стратегічною метою програми розвитку освіти є підвищення якості навчання на засадах особистісно-орієнтованої моделі освіти та досягнення нових освітніх результатів, адекватних соціальним очікуванням суспільства [2]. Система сучасної освіти орієнтується на підготовку кожної соціальної одиниці до майбутньої діяльності в суспільстві, а зміст освіти - на опанування загальних методів і форм діяльності.

Характерною особливістю сучасної системи освіти спрямованість на забезпечення переходу до стратегії соціального проектування та конструювання, від безпосереднього передання знань до розвитку творчих здібностей учнів, розкриття можливостей, підготовки до сучасних життєвих умов на основі системно-діяльнісного підходу. Це передбачає освоєння учнями універсальних навчальних дій (регулятивних, пізнавальних, комунікативних, особистісних). Тим самим стратегічними завданнями в галузі освіти стає розв'язання проблеми виявлення структури навчальної діяльності та ролі пізнавальних навчальних дій у ній.

Універсальність навчальних дій доводиться тим, що вони:

- мають метапредметний характер;
- забезпечують наступність усіх шаблів освітнього процесу;
- забезпечують цілісність загальнокультурного, особистісного та пізнавального розвитку, саморозвитку й самовдосконалення особистості;
- є підґрунтям для досягнення освітніх результатів, тому що сприяють розвитку теоретичного мислення: узагальненню, аналізу, синтезу, оцінюванню й рефлексії;

Система пізнавальних універсальних навчальних дій містить такі активності:

- аналізувати, порівнювати, класифікувати факти та явища;
- виявляти причини та наслідки простих явищ;
- здійснювати порівняння та класифікацію, самостійно обирати критерії для зазначених логічних операцій;
- формувати логічне міркування, що передбачає встановлення причинно-наслідкових зв'язків;
- створювати схематичні моделі із зазначенням суттєвих характеристик об'єкта;
- складати тези, різні види планів (прості й складні);
- перетворювати інформацію з різних видів планів; укладати тези, різні види планів (простий та складний).

Дослідження було проведено при вивченні дисципліни «Біологія» здобувачами-екологами. Ця дисципліна вивчається на першому курсі, протягом 1 та 2 семестрів.

Зміст тем дисципліни «Біологія» спрямований на формування універсальних навчальних дій і дає змогу формувати такі пізнавальні універсальні навчальні дії, як загально-навчальні, логічні та дії постановки й розв'язання проблем.

В роботі було зроблено акцент на формуванні вміння аналізувати, порівнювати, робити висновки.

Теми, які було вибрано для дослідження наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Теми дисципліни «Біологія», які було обрано для дослідження

Лекції	Лабораторні роботи
Клітина як структурна та функціональна одиниця живих організм	Будова еукаріотичної та прокаріотичної клітини. Будова рослинної та тваринної клітини
Організм	Організм (одноклітинний та багатоклітинний), розвиток, диференціація, старіння
Спадкові зміни	Закони Менделя, мутації
Еволюція	Від одноклітинних до багатоклітинних організмів - шлях еволюції живих організмів
Взаємовідносини організмів із середовищем	Особливості впливу на живі організми різних груп екологічних факторів, біологічна основа адаптацій

Велику роль у формуванні компетенцій здобувачів відіграють теми дисципліни «Біологія», який дає змогу спостерігати переходи від простого до складного, з'ясовувати взаємозв'язок і взаємозалежність будови і функції, частини і цілого в живому організмі, взаємовплив особин у рослинних угрупованнях та в біоценозах. Такими темами є «Клітина як структурна та функціональна одиниця живих організм», «Організм», «Взаємовідносини організмів із середовищем». Під час вивчення дисципліни здобувачі здійснюють складну діяльність, що ґрунтується на таких пізнавальних процесах, як аналіз, синтез, порівняння, узагальнення, які становлять основу розумової діяльності людини. Так, здобувачі мають навчитися виокремлювати загальне і індивідуальне в живих організмах, спостерігати й порівнювати особливості їхнього життя, виокремлювати суттєві ознаки їхньої будови. При цьому необхідно враховувати, що суттєві ознаки можуть бути зовнішніми в організмі (наприклад, форма листя у клена) або внутрішніми (наприклад, необхідність мінеральних солей для життя рослин).

Під час вивчення теми «Клітина» здобувачам було поставлено завдання: "Припустімо, що клітина має поверхневий апарат, який ізолює її вміст від зовнішнього впливу. Які труднощі та які переваги при цьому з'явилися б? До чого б ця подія привела саму клітину? Чому?" Загальне розв'язання цієї задачі було проведено за планом: а) проведення аналізу вимоги та засвоєння задачі, усвідомлення основної мети розв'язування; б) знаходження розв'язування за допомогою висунення гіпотез; в) перевірка запропонованих гіпотез і вибір

найдостовірнішої; г) порівняння результату дослідження разом із висунутою гіпотезою; д) аргументація та аналіз отриманих результатів. Проведення роботи за цим планом запустило розумову діяльність здобувачів, дало змогу простежити за процесом наукового пошуку, допомогло появі позитивного ставлення до навчання. Роль викладача полягала в тому, щоб стимулювати відповіді здобувачів; уточнювати та доповнювати відповіді здобувачів; систематизувати висловлювання та сформульовані висновки.

Також у процесі навчання широко використовуються такі завдання на розвиток розумових операцій здобувачів, як уміння порівнювати, аналізувати та робити висновки. Слід враховувати, що біологічні об'єкти складні. Пізнання їх можливе лише завдяки розчленуванню, виділенню окремих частин, потім осмисленню функцій цих частин, а також їхніх взаємозв'язків, взаємовідносин у цілісному рослинному організмі.

Наведемо приклади таких завдань. Наприклад, завдання на порівняння хромосомних і геномних мутацій. Порівняйте хромосомні та геномні мутації за механізмом формування та наведіть приклади змін в організмах, спричинених цими мутаціями, також в це завдання було введено дискусійне питання «Чи можуть хромосомні мутації бути в організмі одночасно з геномними, до яких наслідків це призведе?».

Особливу роль у розумовому розвитку здобувачів на заняттях з біології відіграє формування в них причинного мислення. Розвиток причинного мислення і становлення причинного пояснення забезпечуються формуванням у тих, хто навчається, системи різних прийомів встановлення причинно-наслідкових зв'язків. Це дасть змогу навчати студентів виявляти причину за наслідком, передбачати наслідок будь-якого явища, показувати складність причинних зв'язків в світі живих організмів, де наслідок може бути значно віддаленим у часі від причини, а не слідувати за нею негайно, де одна причина може спричинити кілька наслідків або дія одного й того самого чинника є неоднозначною.

Наприклад при вивченні теми «Еволюція» здобувачам було запропоновано написати короткий розповідь на тему еволюції сучасних живих організмів в умовах змін характеристик навколишнього середовища (забруднення, зміна клімату, озоніві діри та ін.) Розповідь мала містити максимум 20 речень, які були б логічно пов'язані та доводили той чи інший напрям еволюційних змін.

Високий рівень формування дослідницької компетентності на основі пізнавальних універсальних навчальних дій, який було виявлено в ході опитувань після завершення виконання завдань, засвідчив, що більшість здобувачів володіють ним тільки на підсумковому етапі дослідження, що свідчить про ефективність методики формування дослідницької компетентності здобувачів на основі пізнавальних універсальних навчальних дій під час навчання з дисципліни «Біологія».

ЗМІСТ

1	ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗМІН КЛІМАТУ <i>Барун М.В., Божко В.</i>	3
2	З ПОПЕЛУ ВІЙНИ ДО СТАБІЛЬНОГО ВІДНОВЛЕННЯ: ТЕХНОЛОГІЇ ЯК КЛЮЧ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ <i>Барун М.В., Сосновський С.Є.</i>	6
3	ПРАВОВІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЛІЗИНГУ У КОНТЕКСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ <i>Барун М.В., Шаповалова А.О.</i>	9
4	ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ <i>Бессмертна Д.О., Барун М.В.</i>	12
5	ЩОДО КОНЦЕПЦІЇ КЛІМАТИЧНО НЕЙТРАЛЬНИХ МІСТ <i>Бердник А.А.</i>	15
6	СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПАПЕРОВИХ ВИРОБНИЦТВ <i>Володькін К.Д.</i>	18
7	ЗНЕШКОДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ З ТЕРИТОРІЇ АТП <i>Галицька Л.О.</i>	21
8	ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПІДПРИЄМСТВ ПТАХІВНИЦТВА <i>Жека А.В.</i>	24
9	ПРОЦЕСИ ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОДОЙМ В МІСЬКИХ УМОВАХ <i>Журавський В.О.</i>	27
10	ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ МІСЬКИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ <i>Журавський В.О., Прокопенко Н.В.</i>	29
11	МОДЕЛЮВАННЯ СЦЕНАРІЇВ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРИТОРІЙ З УРАХУВАННЯМ ПОТЕНЦІАЛУ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ <i>Зайцев Є.І.</i>	32
12	ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА ЕКОТУРИЗМУ <i>Зеленько М.О.</i>	35

13	ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТ <i>Карташев С.К., Душкін С.С.</i>	39
14	ЯКІСТЬ ВОД р. ЛОПАНЬ У МЕЖАХ УРБОСИСТЕМИ: ПРАКТИЧНЕ ДОВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВОВИХ ЧИННИКІВ <i>Кващук М.О., Ричак Н.Л.</i>	42
15	АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИКИДІВ НАСІННЄОБРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ <i>Кондратьєва О.В.</i>	45
16	ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИБОРУ ПРІОРИТЕТНОГО СПОСОБУ УТИЛІЗАЦІЇ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВІДХОДІВ НА ПРОФІЛЬНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ <i>Коровякіна О.В.</i>	48
17	ЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА ДЛЯ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ <i>Криворучко М.І.</i>	51
18	ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ МОЛОЧНОЇ ГАЛУЗІ <i>Літвінова А.Ю.</i>	53
19	ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗБЕРІГАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН <i>Лустенко Д.В., Душкін С.С.</i>	56
20	АНАЛІЗ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ВНАСЛІДОК ДІЯЛЬНОСТІ МОЛОЧНОГО ЗАВОДУ <i>Мусіяченко В.В.</i>	59
21	ОСНОВНІ СПОСОБИ УТИЛІЗАЦІЇ ВОЛОКНИСТОГО СКОПУ ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Павлов О.А., Прокопенко Н.В.</i>	62
22	ЩОДО ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТА УТИЛІЗАЦІЇ ТРИШАРОВОЇ ЕКОЛОГІЧНО ПРИЙНЯТНОЇ ПАПЕРОВОЇ ПЛИТИ НА ОСНОВІ ВОЛОКНИСТОГО СКОПУ <i>Павлов О.А.</i>	65
23	ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ МОЛОКОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ <i>Приходько А.О.</i>	68
24	АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРІ <i>Приходько К.В.</i>	71

25	ЩОДО ПРОБЛЕМ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ЗНОШЕНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН <i>Сасіна В.В.</i>	73
26	ОСОБЛИВОСТІ ВНУТРІШНЬОКВАРТАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ <i>Свашенко А.А., Прокопенко Н.В.</i>	76
27	ЕКОЛОГІЧНЕ ТА СУСПІЛЬНО-ВИХОВНЕ ЗНАЧЕННЯ ВНУТРІШНЬОКВАРТАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ <i>Свашенко А.А.</i>	79
28	ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО МОНІТОРИНГУ <i>Шаталов Д.О.</i>	82
29	ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ <i>Чуб М.А., Душкін С.С.</i>	85
30	ЯПОНСЬКИЙ ДОСВІД ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛАНДШАФТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОЛІТІВ <i>Чуб М.А., Анісімова С.В.</i>	88
31	МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В ІНДИКАЦІЇ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА <i>Онiщенко А.В., Прокопенко Н.В., Бударний М.М., Шмандій В.М.</i>	91
32	ОЦІНКА ВПЛИВУ РЕКРЕАЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ХВОЙНІ РОСЛИНИ <i>Луб Є.А., Внукова Н.В., Плахотна М.О., Солошич І.О.</i>	94
33	ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ УНІВЕРСАЛЬНИХ ПІЗНАВАЛЬНИХ ДІЙ <i>Орлова Д.В., Внукова Н.В., Плахотна М.О., Солошич І.О.</i>	99

**87-а Міжнародна наукова конференція студентів
університету.**

Секція Кафедри ЕКОЛОГІЇ

10 квітня 2025, Харків

Головний редактор

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету
Наталія Внукова

Технічний редактор

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету
Наталія Прокопенко

87-а Міжнародна наукова конференції студентів університету. Секція
Кафедри ЕКОЛОГІЇ.

Збірка матеріалів конференції. – Кременчук: СВД Олексієнко В.В, 2025. –106 с.

Підписано до друку 13.04.2024 Формат 60×84 1-16. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman Сур. Віддруковано на ризографі.
Ум.друк.арк. 7,5. Обкл.-вид. арк. 0,9. Зам. № 31/145 Тираж ___ прим.
Ціна договірна