

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»
Казахський національний технічний університет ім.
К.І. Сатпаєва



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



SATBAYEV
UNIVERSITY



ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ

III Міжнародна науково-практична
конференція

Збірник матеріалів

20 травня 2025 року, м. Дрогобич

УДК 502/504
E45

Екологічні проблеми сучасності [Електронний ресурс] : зб. матер. III Міжнар. наук.-практ. конф. (Дрогобич, 20 травня 2025 р.) / Держ. вищ. навч. заклад «Донецький національний технічний університет». – Дрогобич : ДВНЗ «ДонНТУ», 2025. – 171 с.

У збірнику подано матеріали 3-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічні проблеми сучасності» за тематикою: техногенна безпека як невід’ємна частина сталого розвитку регіонів України; екологічні аспекти промислових технологій в галузях економіки; ресурсозбереження; науково-практична діяльність в галузі охорони НПС; використання альтернативних джерел енергії.

Відповідальна за випуск:

Костенко В.К. - завідувач кафедри «Природоохоронна діяльність» ДВНЗ «ДонНТУ»

Рецензенти:

Костенко Т.В. д.т.н., професор кафедри пожежної і техногенної безпеки об’єктів та технологій Національного університету цивільного захисту України

Шмандій В.М. д.т.н., професор кафедри «Екологія та біотехнології» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Оргкомітет:

Бахмагамбетова Г.Б. – PhD, старший викладач кафедри «Гірнична справа», Горнометалургійного інституту ім. О.А.Байконурова, Казахського національного технічного університету ім. К.І. Сатпаєва

Мерзлікін А.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедри «Розробка родовищ корисних копалин», в.о. директора навчально-наукового інституту гірництва та геоінженерії, ДВНЗ «ДонНТУ»

Костенко В.К. – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Природоохоронна діяльність», ДВНЗ «ДонНТУ»

Богомаз О.П. – PhD, доцент, доцент кафедри «Гірнична справа» ТОВ ТУ «Метінвест Політехніка»

Кутняшенко О.І. – к.т.н., доцент, доцент кафедри «Природоохоронна діяльність», заступник директора навчально-наукового інституту гірництва та геоінженерії, ДВНЗ «ДонНТУ»

Таврель М.І. - старший викладач кафедри «Безпека праці та охорона довкілля», ТОВ ТУ «Метінвест Політехніка»

Секція 1. Техногенна безпека як невід’ємна частина сталого розвитку регіонів України

*Сабельніков М., Пітак Р., Сақун А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний
інститут»*

ІНТЕГРАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ У СИСТЕМУ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ГРОМАД

Інтеграція екологічного менеджменту у систему територіального управління є одним із ключових напрямів сталого розвитку територіальних громад в умовах сучасних викликів, таких як зміна клімату, деградація природних ресурсів, зростання техногенного навантаження та загальне погіршення стану довкілля. У контексті децентралізації в Україні, органи місцевого самоврядування отримали більші повноваження, а разом із ними – і відповідальність за управління природними ресурсами, підтримання екологічного балансу та створення умов для підвищення якості життя населення.

Сучасна практика показує, що ефективність використання природного потенціалу територій значною мірою залежить від здатності місцевої влади формувати та реалізовувати екологічно орієнтовану політику. Екологічний менеджмент у цьому контексті розглядається як комплекс організаційних, економічних, правових та інформаційних заходів, спрямованих на раціональне використання ресурсів, запобігання негативним екологічним наслідкам та формування сприятливого середовища для життя.

Харківська область має складну екологічну ситуацію, зумовлену високим рівнем промислового навантаження, розвиненим сільським господарством та наявністю потенційно небезпечних об’єктів. Зокрема, в окремих громадах, як-от Мерэф’янська та Зміївська ТГ, було впроваджено елементи екологічного менеджменту, зокрема:

- створення локальних програм моніторингу якості атмосферного повітря та стану водних ресурсів;
- очищення малих річок за підтримки міжнародних донорів;
- розвиток ініціатив із сортування відходів і роздільного збору сміття на базі комунальних підприємств.

Окрім того, Харківська обласна державна адміністрація підтримала створення регіональної стратегії управління відходами, яка передбачає

побудову сучасної інфраструктури для переробки та зменшення обсягів захоронення сміття.

Було проведено інформаційні кампанії серед населення Харківщини щодо енергозбереження, водозбереження та правильного поводження з побутовими відходами. Це сприяло зростанню рівня екологічної свідомості мешканців громад.

Таким чином, приклад Харківського регіону демонструє, що навіть у складних умовах, можливо ефективно реалізовувати механізми екологічного менеджменту. Удосконалення таких підходів сприяє не лише покращенню стану довкілля, але й створенню передумов для сталого соціально-економічного розвитку територій.

¹Главатських К., ²Богомаз О.П.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

²ТОВ ТУ «Метінвест Політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАТОПЛЕННЯ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ НА ЯКІСНИЙ І КІЛЬКІСНИЙ СТАН ВОДНИХ РЕСУРСІВ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вугільна галузь України характеризується значною кількістю закритих шахт, які здебільшого зосереджені на обмеженій території Донбасу. На початку 2014 року в Донецькій області діяли 133 вугільні шахти. Унаслідок окупації частини регіону, за різними оцінками, 39 шахт на захопленій території були підтоплені або повністю затоплені. До лютого 2022 року на контрольованій Україною частині Донбасу залишалось 33 діючі шахти. Станом на 31 січня 2025 року їх кількість зменшилася до 12.

Найбільшу екологічну загрозу становить неконтрольований процес затоплення шахт. На тимчасово окупованих територіях Донбасу спостерігається припинення відкачування шахтних вод із закритих виробництв, що призводить до низки негативних наслідків: просідання земної поверхні, виходу небезпечних газів, локальних сейсмічних явищ, забруднення водних ресурсів та пошкодження інфраструктурних об'єктів. У зв'язку з цим проблема впливу ліквідації вугільних підприємств на водні ресурси України залишається надзвичайно актуальною.

На основі даних моніторингових спостережень було проведено аналіз змін у показниках якості води у водних об'єктах вугленосних територій Донецької області за два часові проміжки: 2006–2013 та 2015–2018 роки. У період з 2006 по 2013 рік на шахтах Донбасу спостерігалось поступове зниження обсягів видобутку корисних копалин. Внаслідок економічної неефективності вугільної галузі процес ліквідації та консервації шахт активно розпочався ще з 1995 року. У більшості випадків такі підприємства виводили

з експлуатації шляхом повного затоплення підземних виробок — так званім «мокрим» способом.

Цей метод ліквідації справляє істотний вплив на місцеву гідрографічну систему, зокрема спричиняє підняття рівня ґрунтових вод і підтоплення прилеглих територій. У зв'язку з цим передбачалося впровадження комплексу заходів для контролю функціонування систем водовідведення на шахтах, а також систематичне здійснення моніторингових досліджень водних об'єктів у зонах впливу ліквідованих підприємств.

Згідно з результатами аналізу якості води, затоплення 39 шахт, яке розпочалося у 2014 році, призвело до підвищення концентрацій окремих забруднювальних компонентів у водних об'єктах Донецької області: сульфат-іони та хлориди зросли в середньому в 1,2–1,4 раза, амонійні іони — в 1,6 раза, завислі речовини — в 1,1–1,3 раза, порівняно з рівнями 2006–2013 років. При цьому варто зазначити, що вже до 2013 року концентрації зазначених речовин значно перевищували допустимі норми (ГДК).

Найбільш інтенсивне погіршення якості води зафіксовано у поверхневих водних об'єктах, розташованих на території Покровського та Центрального вугільних районів, а також у південній частині Північно-Західної околиці Донбасу. Особливо негативний вплив на водні ресурси південно-східної частини Покровського вугільного району чинять затоплені шахти західної зони Донецько-Макіївського вугільного району, зокрема шахта «Жовтневий Рудник», а також діючі підприємства, розташовані в межах Покровської, Мирноградської та Добропільської громад.

Зниження якості води в межах Центрального вугільного району значною мірою зумовлене наявністю великої кількості вугільних шахт поблизу міста Горлівка, яке перебуває під окупацією з 2014 року. За станом на 2018 рік більшість із цих шахт були затоплені більш ніж на 50%, причому інтенсивне надходження води до підземних виробок розпочалося саме після втрати контролю над територією.

Водні об'єкти Північно-Західної околиці Донбасу, зокрема річка Кривий Торець у районі Карлівської греблі, зазнають впливу від шахт Центрального району, що розташовані на межі цих двох вугільних басейнів. У той же час, якість води в річках, що протікають поблизу міст Слов'янськ і Дружківка, у період 2015–2018 років залишалася практично незмінною, що пов'язано з відсутністю вугільних підприємств у цьому регіоні.

Прогнозується, що подальше затоплення близько 20 шахт, розпочате у 2022 році, спричинить ще більшу деградацію водної мережі Донецької області. Зона впливу значно розшириться за рахунок підтоплення шахт, розташованих у таких містах як Вугледар, Селидове, Новогродівка та Покровськ.

У зв'язку з цим нагальною необхідністю є розроблення на державному рівні ефективної системи регулювання, контролю та забезпечення належної якості водних ресурсів на підконтрольній Україні території Донецької області. Своєчасна реалізація науково обґрунтованих заходів дозволить стабілізувати екологічну ситуацію та значно покращити стан водного середовища.

Список використаної літератури

1. Державне агентство водних ресурсів України. – URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index> (дата звернення 09.04.2025).

*Літвак О.А., кандидат економічних наук, доцент
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ ОРГАНІЧНИХ СОРБЕНТІВ НАФТИ

Забруднення навколишнього середовища нафтою та нафтопродуктами є однією з актуальних екологічних проблем. Аварійні розливи нафти і нафтопродуктів завдають відчутної шкоди екосистемам, призводять до негативних економічних та соціальних наслідків. Під час дії нафтопродуктів на ґрунти виникають істотні порушення ґрунтових біоценозів, загибель мікроорганізмів, блокування водно-солевих обмінів з корінням рослин.

Розливи нафти надають катастрофічний вплив на водні екосистеми, торкаючись як поверхневих, так і глибоководних шарів. Утворення нафтової плівки на поверхні води знижує надходження кисню, що порушує газообмін і пригнічує морську флору та фауну. Токсичні компоненти нафти (бензол, толуол, ксилол) накопичуються у тканинах гідробіонтів, викликаючи мутації, хвороби та зниження популяцій.

Крім того під час витоків нафтопродуктів відбувається втрата потенційних енергоносіїв, тому розробка і використання сучасних методів та засобів ліквідації аварій розливів нафтопродуктів є досить актуальним і важливим питанням.

У боротьбі з наслідками розливів нафти важливу роль відіграють сорбенти – речовини, здатні поглинати нафтові забруднення. Серед них особливе місце займають природні органічні сорбенти, що мають досить високу ефективність та екологічну безпеку. Природні органічні сорбенти – це сировина рослинного і тваринного походження та відходи їх переробки: лушпиння зернових культур, тирса, деревна тріска, листя, кора, мох, бавовна, вовна, курячий пух, пір'я, торф. Коротка характеристика деяких видів природних органічних сорбентів представлена в табл. 1.

Зростає інтерес до пошуку недорогих, доступних та ефективних матеріалів для виробництва нафтових сорбентів, наприклад, з сировини на основі сільськогосподарських відходів. Велика різноманітність целюлозних матеріалів, таких як бананові волокна, стебла кукурудзи, люфа, цедра апельсина, пальмові волокна, листя ананаса, рисове лушпиння, макуха цукрової тростини і шкаралупа волоського горіха можуть бути використані як сорбенти при розливах нафти [1].

Таблиця 1 – Характеристика деяких природних органічних сорбентів

Сорбент	Кратка характеристика
Торф	Має високу сорбційну здатність. Використовується у вигляді гранул, брикетів або порошку. Найкращими органічними сорбентами вважаються сорбенти на основі сфагнового торфу.
Тирса і дерев'яна стружка	Легкодоступний і недорогий матеріал, але має обмежену ефективність, оскільки може вбирати не лише нафту, а й воду.
Солома і костра (ляна, конопляна, рисова)	Добре вбирають нафтопродукти, особливо у подрібненому вигляді.
Вовна та перо птиці	Мають природну гідрофобність і високу сорбційну здатність, але рідко застосовуються в промислових масштабах.
Кокосове волокно	Біостійкий матеріал з високою поглинаючою здатністю, використовується у вигляді матів або порошку.

Якості і властивості, які повинен мати універсальний сорбент наступні: висока сорбційна здатність по відношенню до нафти і нафтопродуктів (нафтопоглинання) (табл. 2); гідрофобність – здатність відштовхування води, щоб ефективно поглинати лише нафту та нафтопродукти; хімічна інертність; плавучість – можливість залишатися на поверхні води протягом тривалого часу; мінімальний час поглинання основної маси розливу; механічна міцність – стійкість до руйнування під час розподілу нафти; ступінь віджиму і можливість регенерації, утилізації та повторного застосування; простий процес використання, екологічність, економічність, технологічність виготовлення.

Сорбенти для очищення води від нафтопродуктів повинні бути плавучими і зручними для збору. На воді неможливо використовувати тирсу або солому, оскільки їх зносить течією, що ускладнює подальший збір. Іноді низьку плавучість сорбентів компенсують, поміщаючи їх у мішки, прикріплені до поплавців, тобто використовуючи сорбуючі бони. Деякі органічні сорбенти додатково обробляють гідрофобними речовинами для підвищення їхньої ефективності. Після використання вони можуть піддаватися утилізації, спалюванню або біорозкладанню залежно від їхнього складу.

Хоча матеріали на природній основі широко поширені, екологічно безпечні та сприяють належній утилізації відходів, їхня сорбційна ефективність нижча, ніж у деяких синтетичних матеріалів. Основні недоліки таких сорбентів пов'язані з недостатніми олеофільними та гідрофобними властивостями. Для поліпшення цих характеристик сорбенти можуть бути

модифіковані механічними, термічними та хімічними методами [4]. Методи механічної модифікації впливають на адсорбційну здатність, але не покращують гідрофобність адсорбенту. З іншого боку, використання термічних, гідротермальних, а також методів хімічної модифікації можуть значно покращити сорбційні властивості матеріалів на природній основі.

Таблиця 2 – Властивості природних органічних сорбентів для збирання нафти [2, 3]

Сорбційний матеріал	Нафтопоглинання, г/г	Водопоглинання, г/г	Ступінь віджиму нафти, %
Тирса дерев'яна	1,7	4,3	10-20
Солома пшенична	4,1	4,2	36
Лушпиння гречки	3,0-3,5	2,2	44
Кора осики	0,5	0,8	25
Лігнін гідролізний	1,5-3,0	4,1	25
Відходи ватного виробництва	8,3	0,26	60
Торф	17,7	24,3	74
Мох	3,5-5,8	3,1-3,5	-
Вовна	6,0-10,0	4,5	87

У разі розливів нафтопродуктів досить часто використовують торф'яні сорбенти, оскільки, крім універсальності (можуть застосовуватися як на суші, так і на воді), вони, залежно від умов, можуть не піддаватися обов'язковій утилізації та благотворно впливають на подальшу рекультивацію ґрунту. Торф екологічний, безпечний для людини і не потребує дорогої утилізації [5]. Торф'яні сорбенти, що просочилися нафтопродуктами, захоронюють або спалюють. Серед переваг торф'яних сорбентів – його гідрофобність і здатність залишатися на плаву після вбирання вуглеводнів необмежений час. Завдяки таким якостям його доволі просто зібрати з поверхні води та утилізувати в разі потреби.

Враховуючи зазначене можна навести основні переваги органічних природних сорбентів:

- екологічна безпека. На відміну від синтетичних аналогів, органічні сорбенти розкладаються в природних умовах, не створюючи додаткових забруднень;
- здатність до біодеградації. Багато з цих сорбентів можуть розкладатися мікроорганізмами, що спрощує їхню утилізацію;
- висока сорбційна здатність. Органічні матеріали, такі як торф, мох, кокосове волокно, здатні поглинати значні обсяги нафти;

- низька вартість. Більшість природних сорбентів є доступними і недорогими, оскільки являють собою побічні продукти сільського господарства і лісової промисловості;

- легкість у застосуванні. Органічні сорбенти можна використовувати в різних формах – у вигляді порошків, гранул, матів або волокон, що робить їх зручними для різних середовищ.

До недоліків органічних природних сорбентів можна віднести наступні:

- низька стійкість до багаторазового використання. На відміну від деяких синтетичних матеріалів, органічні сорбенти часто втрачають свої властивості після першого застосування;

- обмежена селективність. Деякі природні сорбенти можуть поглинати не тільки нафту, а й воду, що знижує їхню ефективність в умовах високої вологості;

- проблеми зі зберіганням. Органічні матеріали схильні до гниття, цвілі та загоряння при неналежному зберіганні;

- менша швидкість сорбції. Порівняно з деякими синтетичними аналогами, процес поглинання нафти може бути менш швидким;

- труднощі утилізації при великих обсягах. Незважаючи на здатність до біодеградації, утилізація великих об'ємів використаних сорбентів вимагає спеціальних умов.

Таким чином застосування органічних природних сорбентів являє собою перспективний напрямок у боротьбі з нафтовими забрудненнями завдяки їх екологічній безпеці, доступності та біодеградації. Однак існують певні обмеження, пов'язані з їхніми механічними властивостями, селективністю, проблемами зі зберіганням і повторним використанням. Для підвищення ефективності таких сорбентів необхідні подальші дослідження та розробка нових технологій їх модифікації.

Список використаної літератури

1. Anwana E.E., Ewemoje O.E. Oil Sorption Performance of Sorbent Materials Examined Under Static and Dynamic Conditions. *European Journal of Engineering and Technology Research*. 2021. Vol. 6. Is. 5. P. 107–110.

2. ITOPI. Use of Sorbent Materials in Oil Spill Response. Technical information paper. London: The International Tanker Owners Pollution Federation Limited. 2012. 12 p.

3. Мальований М.С. Очищення води від нафтопродуктів природними та модифікованими глинистими сорбентами. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2007. № 4. С. 61–65.

4. Teas C., Kalligeros S., Zanicos F., Stournas S., Lois E., Anastopoulos G. Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spills clean up. *Desalination*. 2001.140. P. 259–264.

5. Матвєєва О.Л., Демянко Д.О., Огданська І.О. Аналіз проблем та перспектив використання методів очищення нафтовмісних стічних вод. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. 2012. Вип. 41. С. 181–186.

*¹Радіонов О., доктор технічних наук, ²Wu Juming,
¹Сумський національний аграрний університет
²Zhejiang Special Motor Co., Ltd., China*

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ

Багато машин і апаратів слід розглядати як джерело підвищеної небезпеки для людей і навколишнього середовища. Практично завжди техногенні аварії істотно впливають на навколишнє середовище, саме тому техногенна безпека є невід'ємною частиною екологічної безпеки.

Для реалізації концепції сталого соціально-екологічного розвитку важливе значення має вирішення питань, пов'язаних зі зниженням ризиків техногенних аварій і катастроф з метою створення умов надійної безпечної життєдіяльності людини. Екологічні умови забезпечення техногенної безпеки зводяться насамперед до безпечної та безаварійної роботи машин, механізмів і технологічного устаткування. Це узгоджується з основним принципом екологічної безпеки – принципом запобігання екологічної небезпеки до її зародження, що можна прогнозувати через оцінку екологічних ризиків.

Проблема безпечної експлуатації обладнання основних технологічних комплексів стала особливо актуальною в Україні в даний час, коли більша частина парку діючого обладнання виробила встановлений нормативний термін, а його оновлення в силу економічних причин неможливо. Фізичне та моральне старіння значно випереджають темпи заміни та оновлення [1].

У найближчій перспективі експлуатація обладнання буде здійснюватися частково на існуючому обладнанні. Тому для збереження безвідмовності роботи обладнання необхідно поєднувати роботи по його повній заміні та проведенню розширених відновлювальних ремонтів із заміною окремих вузлів і деталей, впроваджуючи при цьому останні науково-технічні розробки.

Система електрообладнання є частиною складної технічної системи, від працездатності якої залежить ефективна робота об'єкта в цілому. Через вихід з ладу електрообладнання відбувається близько 11 % від загальної кількості вибухів і пожеж на хімічних підприємствах, а також несправності в електрообладнанні є однією з причин для ще приблизно 60 % аварій [2].

Практика експлуатації електродвигунів показує, що збільшення терміну служби і підвищення надійності роботи машин дає відносно більший економічний ефект, ніж поліпшення інших техніко-економічних показників: к.к.д., коефіцієнт потужності, коефіцієнт використання і т.д. [3].

Необхідно відзначити, що за останні роки створені нові розробки і технології, які можуть дозволити істотно підвищити ефективність технологічного обладнання. При цьому вони не вимагають серйозних капітальних витрат при впровадженні та великих змін конструкцій. Ці зміни цілком можна провести при плановому ремонті устаткування, одночасно здійснивши і його модернізацію.

Позитивною рисою модернізації з впровадженням останніх технічних досягнень є автоматична їх апробація в важких експлуатаційних умовах, що в майбутньому дозволить закладати високоефективні наукомісткі технології в серійні зразки нової техніки.

Модернізаційний підхід має і ряд інших переваг, основними з яких є:

- можливість поетапного впровадження нових технічних рішень і удосконалень в конструкцію технологічного обладнання;
- можливість впровадження нових технічних рішень, що підвищують рівень техногенної безпеки під час ремонтів обладнання, яке було в експлуатації.

Так, наприклад, модернізація, пов'язана з впровадженням магніторідинних герметизаторів (МРГ), підтвердила свою ефективність, коли необхідно забезпечити практично повну герметичність при експлуатації електродвигунів. Особливо це актуально для захисту підшипникових вузлів, також запобігає зволоженню обмотки.

Поєднання унікальних властивостей нанодисперсних магнітних рідин (намагніченість і рідкість) відкрило широкі перспективи для створення нових технологій, і в, першу чергу, магніторідинної герметизації.

МРГ відносно широко використовуються в даний час для захисту дорогого промислового устаткування від попадання всередину вологи, пилу, абразивних частинок, а також у вакуумній техніці. При цьому вони успішно конкурують з традиційно застосованими манжетами, сальниками, торцевими, лабіринтовими ущільненнями тощо. [4, 5].

Пояснюється це тим, що МРГ мають ряд переваг перед традиційними конструкціями ущільнень. Ці переваги такі: практично повна відсутність витоків герметизуючого середовища при заданих умовах роботи; мінімальне зношення внаслідок чисто рідинного тертя в зазорі між рухливими і нерухомими елементами; відсутність необхідності в мастилі; низькі втрати потужності і малий момент опору; висока ремонтпридатність, простота обслуговування; працездатність в статиці і динаміці; самовідновлення в разі аварійного прориву ущільнюваного середовища [6].

МРГ працюють при вібраційних і ударних навантаженнях, мають радіаційну стійкість. Позитивні властивості МРГ в порівнянні з властивостями традиційних ущільнень зумовлюють їх найширше розповсюдження в найближчому майбутньому і актуальність вдосконалення, моделювання і детального аналізу процесів, що відбуваються в МРГ, в даний час.

Гарантія повної герметичності забезпечує системну узгодженість оцінювання і коригування працездатності та безпеки (техногенної та екологічної) в процесі функціонування технологічного обладнання не тільки за відповідними цілями, задачами і очікуваними результатами, а (що особливо важливо) по оперативності і результативності в реальних умовах нештатної аварійної ситуації.

Список використаної літератури

1. Биченок М. М., Трофімчук О. М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні. Київ: УІНСіР, 2002. 268 с.
2. Конюхов Н. Н., Сивокобиленко В. Ф. Научно–техническая программа «Энерго- и ресурсосберегающие разработки и технологии для электрических машин топливно-энергетического комплекса Донбасса». Наукові праці Донецького національного технічного університету. 2009. № 9 (158). С. 140–147.
3. Радионов А. В., Подольцев А. Д., Вишняков В. Ф. Магнитожидкостные герметизаторы и их применение в электроэнергетическом оборудовании. Гідроенергетика України. 2013. № 3–4. С. 33–36.
4. Radionov A., Podoltsev A., Peczkis G. The specific features of high-velocity magnetic fluid sealing complexes. Open Engineering. 2018. Vol. 8, Iss. 1. P. 539–544.
5. Радионов А. В. Оценка техногенного риска при замене традиционных уплотнений магнитожидкостными герметизирующими комплексами с учетом климатических факторов. Збірник наукових праць НУК. 2016. № 3. С. 120–128.
6. Радіонов О. В., Тарельник Н. В., Василенко О. О., Білий О. Є. Вплив якості магнітної рідини на роботу магніторідинних герметизаторів. Науковий вісник ІФНТУНГ. 2023. № 2 (55). С. 7–16.

*Гільов В., кандидат технічних наук, доцент, Саньков П., кандидат технічних наук, професор, Ткач Н., кандидат технічних наук, доцент
Український державний університет науки і технологій, ННІ
«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

ЗАБРУДНЕННЯ ОКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вплив діяльності людини на навколишнє середовище поступово перетворює біосферу на техносферу. Транспортна інфраструктура є одним з видів техногенного впливу на довкілля. Особливе місце в транспортній інфраструктурі займає автомобільний транспорт, якій зіграв значну роль у формуванні сучасного характеру розселення. З іншого боку, автомобільний транспорт, є основним джерелом забруднення атмосферного повітря як у населених пунктах, так й на регіональному рівні.

Мета роботи: побудувати карту загазованості оксидом вуглецю на автомобільних дорогах Дніпропетровської області.

Природа дії різних видів транспорту на навколишнє середовище практично однакова. Але сьогодні, як в Україні, так й у країнах ЄС найбільш

енергоємним є автомобільний транспорт. Він споживає 83 % палива усієї транспортної галузі.

Проаналізувавши, за різними видами транспорту, обсяги викидів шкідливих речовин, ми дійшли висновку, що у викидах відпрацьованих газів найбільша частка також належить автомобільному транспорту. Таким чином автомобільний транспорт є основним джерелом забруднення атмосферного повітря та порушення екологічної рівноваги. [1].

При спалюванні 1 кг бензину кожен автомобіль використовує 15 кг повітря (5,5 кг кисню), а при згорянні 1 тону пального в атмосферу потрапляє 200 кг окису вуглецю [1, 2]. Автомобілі з двигунами внутрішнього згорання, при спалюванні 1 кг бензину, витрачають з атмосфери 5,5 кг кисню (15 кг повітря), а до атмосфери потрапляють 200 кг окиду вуглецю та ще більше ніж 200 різноманітних сполук, але у відсотковому відношенні найбільша кількість приходить на оксид вуглецю (CO) (рис. 1).

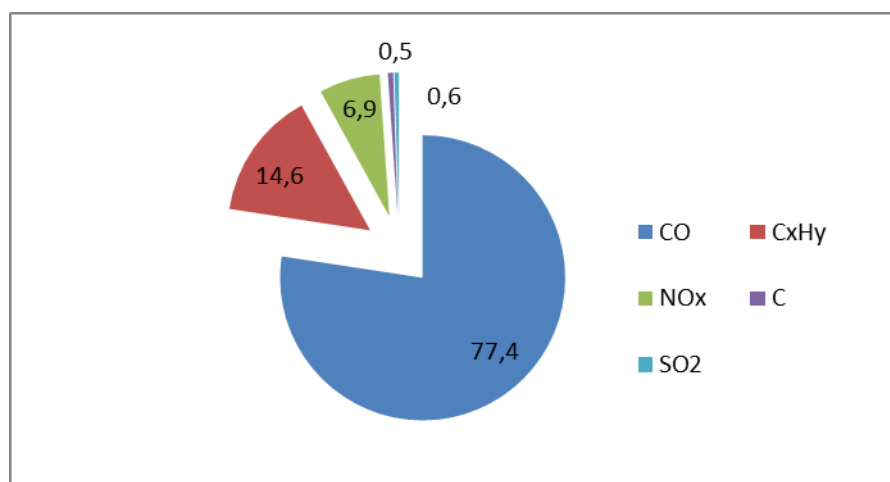


Рисунок 1 – Відсоткове співвідношення викидів основних відпрацьованих газів автомобільного транспорту

В Дніпропетровській області проходять дороги категорій: Е, М – міжнародна категорія автомобільних доріг, Н – категорія національні автомобільні дороги, категорія регіональні автомобільні дороги (Р) та територіальні автомобільні дороги (Т) [3].

Основні вимірювання характеристик транспортних потоків проводились на протязі 2020 року, восени 2021 та частково у 2023 роках. Встановлено, що інтенсивність руху транспорту по автодорогам складає від 230 до 2810 авто/годину [3], а концентрація оксиду вуглецю (CO) від автомобільного транспорту складає: 5-8 мг/м³ для доріг категорії Т, Р; 6-15 мг/м³ для категорії Н; та 9-26 мг/м³ для доріг категорії М, Е.

За допомогою отриманих результатів була побудована карта забруднення оксидом вуглецю (CO) від автомобільного транспорту на дорогах Дніпропетровської області (рис. 2).

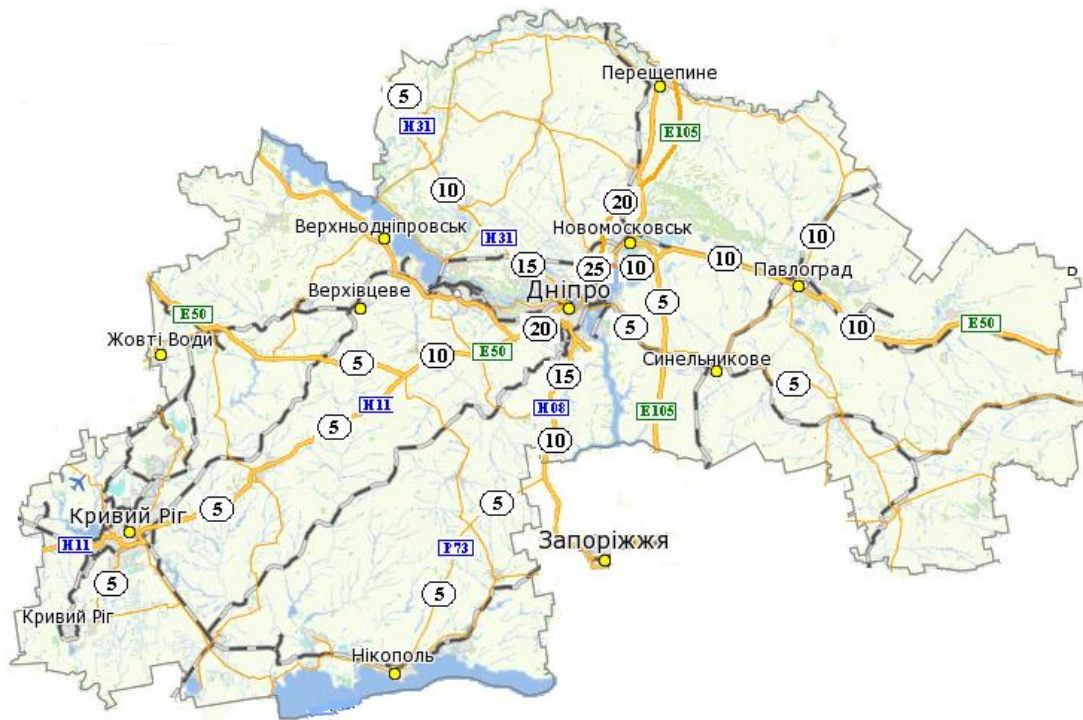


Рисунок 2 – Карта забруднення оксидом вуглецю (класи забруднення, $\text{мг}/\text{м}^3$) від автомобільного транспорту на дорогах Дніпропетровської області

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що найбільша концентрація оксиду вуглецю спостерігається навколо обласного центру й складає $19\text{-}26 \text{ мг}/\text{м}^3$, що відповідає класам забруднення 20 та $25 \text{ мг}/\text{м}^3$.

Список використаної літератури

1. Транспортна екологія: навчальний посібник. О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвеева, С. Й. Шаманський, Т. І. Дмитруха, С. М. Маджд; за заг. редакцією С. В. Бойченка. – К.: НАУ, 2017. – 507 с.
2. Гільов В.В. Експрес-оцінка стану екологічної безпеки примагістральних територій сельбищних зон. Автореферат канд. техн. наук. – Кременчук. – 2016. – 26 с.
3. Гільов В. В., Саньков П.М., Полторацька В.М., Ткач Н.О. Дослідження рівня шумового забруднення від автотранспорту на автомобільних дорогах Дніпропетровської області. Екологічні науки – К. 2022. – No 2(41). – С. 52-55. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.9>

*Омелич І., аспірант, асистент кафедри ЕОНС,
Савотченко О., кандидат технічних наук, старший викладач кафедри
ЕОНС, Якушенко Д., здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського)
рівня зі спеціальності 101 Екологія,
Дніпровський державний технічний університет*

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА КАМ'ЯНСЬКЕ

Місто Кам'янське, розташоване в Дніпропетровській області, є одним із провідних індустріальних центрів України, де зосереджені численні промислові підприємства металургійної, хімічної та енергетичної галузей. Така концентрація промислових потужностей, з одного боку, відіграє важливу роль в економіці регіону, забезпечуючи зайнятість населення та формуючи значну частку валового регіонального продукту, а з іншого – створює серйозні екологічні загрози, пов'язані із забрудненням атмосферного повітря.

Згідно з даними національної гідрометеорологічної служби, у 2020 році комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА) для Кам'янського становив 14,8 одиниць, що класифікується як дуже високий рівень забруднення [1]. Це свідчить про систематичний вплив забруднювальних речовин на атмосферне повітря міста. Основними забруднювачами є підприємства чорної металургії, коксохімічної промисловості, машинобудування та хімічної галузі, серед яких найбільшу частку займає ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ».

До основних компонентів промислових викидів у Кам'янському належать пил, діоксид сірки (SO_2), оксиди азоту (NO_x), чадний газ (CO), аміак (NH_3), фенол, формальдегід та важкі метали (свинець, марганець, кадмій). Ці речовини мають високий токсикологічний потенціал, здатні спричинити гострі та хронічні респіраторні захворювання, алергічні реакції, а також накопичуватись у ґрунтах і воді, погіршуючи якість довкілля.

Аналіз офіційних статистичних даних, поданих у щорічних екологічних паспортах Дніпропетровської області, свідчить про нестійку динаміку промислових викидів у Кам'янському впродовж останніх років. Так, у 2016 році загальний обсяг викидів становив 90,450 тис. тонн, у 2017 році він знизився до 57,751 тис. тонн, у 2018 – зріс до рекордних 103,312 тис. тонн. У 2019 році обсяги знову знизилися до 83,336 тис. тонн, а у 2020 – зросли до 96,803 тис. тонн. У 2022 році відбулося суттєве падіння до 68,058 тис. тонн, однак у 2023 році викиди знову збільшились – до 77,567 тис. тонн [2–8].

Основним джерелом забруднення атмосферного повітря міста Кам'янське є ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ», на яке припадає понад 97% промислових викидів у місті. У 2023 році підприємство викинуло понад 75 тис. тонн забруднювальних речовин. Незважаючи на те, що цей показник є нижчим за дані 2018 року (99 тис. тонн), підприємство зберігає лідерство за рівнем забруднення. В аналогічних обсягах воно працювало і в попередні роки: у 2019 – 78,1 тис. тонн, у 2020 – понад 90 тис. тонн. Ці дані свідчать про

стабільно високе навантаження на атмосферне повітря з боку цього підприємства [2–8].

Іншими значущими забруднювачами міста є ПрАТ «Южкокс» та АТ «ДНПРОАЗОТ». Перший демонструє стабільну динаміку викидів: 1495 тонн у 2018 році, 1627 тонн – у 2019, 1815 тонн – у 2020, 2072 тонн – у 2021 та 1901 тонна – у 2023 році. Хоча ці цифри значно нижчі за показники «КАМЕТ-СТАЛІ», вони також свідчать про постійний вплив на атмосферу [4–8].

Щодо АТ «ДНПРОАЗОТ», у 2020 році підприємство викинуло 1156 тонн забруднювальних речовин. Проте через зупинку виробничої діяльності внаслідок повномасштабного вторгнення РФ у 2022 році, обсяги викидів у 2023 знизились до 9,386 тонн, що суттєво покращило екологічну ситуацію в цьому секторі [2, 3].

Цікавою є ситуація з ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» Кам'янським заводом, де також спостерігається різке зменшення викидів – з 123,838 тонн у 2020 році до лише 61,88 тонн у 2022 році. Це може бути пов'язано як зі зміною технологічних процесів, так і з частковою зупинкою виробництва внаслідок війни або економічних труднощів [3–5].

Стосовно ПрАТ «ДКХЗ», останні наявні дані – за 2018 та 2019 роки – вказують на обсяги викидів у межах 1232–1322 тонн. Відсутність актуальних даних ускладнює оцінку сучасного стану забруднення з боку цього підприємства [4, 5].

Загальна картина свідчить про хвилеподібну динаміку промислового забруднення повітря у місті, з періодами зростання та зниження. Основними чинниками таких коливань є: економічна активність підприємств, зміна законодавчих вимог, впровадження природоохоронних заходів, зміна структури виробництва, а також зовнішньополітична ситуація (зокрема, війна) [2, 6–8].

З огляду на зазначене, можна стверджувати, що промислові викиди є критичним фактором, який формує якість атмосферного повітря в Кам'янському. Наявність потужного джерела – ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛІ» – створює високе навантаження на екосистему міста. При цьому спостерігається недостатній рівень модернізації очисних споруд, що підтверджується стабільно високими обсягами викидів. Тому важливим завданням є посилення контролю з боку держави, впровадження сучасних технологій очищення повітря, стимулювання екологічної модернізації промисловості та активне залучення громадськості до моніторингу екологічної ситуації.

Таким чином, для досягнення сталого розвитку міста Кам'янське необхідно:

- забезпечити перехід до замкнених технологічних циклів та енергоощадних систем на основних підприємствах-забруднювачах;
- оновити систему моніторингу якості повітря з використанням сучасного цифрового обладнання;
- удосконалити правову базу щодо промислових викидів із посиленням відповідальності за перевищення допустимих нормативів;

– підвищити рівень екологічної обізнаності мешканців щодо ризиків, пов'язаних із забрудненням повітря.

Список використаної літератури

1. Замкнуте коло екологічних проблем Кам'янського. URL: <https://www.poglyad.info/2021/06/16/zamknute-kolo-ekologichnyh-problem-kamyanskogo>
2. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2023 рік. Дніпро, 2024. 316 с.
3. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2022 рік. Дніпро, 2023. 229 с.
4. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2021 рік. Дніпро, 2022. 241 с.
5. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2020 рік. Дніпро, 2021. 240 с.
6. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2019 рік. Дніпро, 2020. 235 с.
7. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2018 рік. Дніпро, 2019. 247 с.
8. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2017 рік. Дніпро, 2018. 287 с.

*Савотченко О., кандидат технічних наук, старший викладач кафедри
ЕОНС, Омеліч І., аспірант, асистент кафедри ЕОНС,
Омельчук А., здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
зі спеціальності 101 Екологія
Дніпровський державний технічний університет*

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ ДНІПРО В МЕЖАХ МІСТА КАМ'ЯНСЬКЕ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Річка Дніпро є однією з найважливіших водних артерій України, забезпечуючи водопостачання, енергетику та рекреаційні потреби населення. У межах міста Кам'янське річка зазнає значного антропогенного навантаження через скиди промислових та побутових стічних вод, що обумовлює необхідність постійного моніторингу її екологічного стану.

Моніторинг поверхневих вод, зокрема річкових, є обов'язковим елементом системи екологічного контролю в Україні. Основні засади його організації закладено у Водному кодексі України. Відповідно до статті 25 цього кодексу, держава здійснює систематичний контроль за станом водних об'єктів, а стаття 30 передбачає зобов'язання водокористувачів впроваджувати

заходи щодо попередження забруднення та брати участь у моніторингових заходах.

Крім того, Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (статті 22, 23) передбачає єдину систему моніторингу довкілля, включаючи контроль якості вод, як інструмент державного нагляду за екологічними нормами. Постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 № 758 встановлює безперервний моніторинг гідроморфологічних, хімічних і біологічних показників, з акцентом на точки забору питної води, скиду стоків і водозбірні басейни. Також, Наказ Міндовкілля № 5 від 03.01.2020 уніфікує оцінку стану вод за європейськими стандартами, вводячи п'ятирівневу шкалу від «дуже доброго» до «дуже поганого».

Таким чином, чинне законодавство України прямо зобов'язує проводити регулярний моніторинг стану річкових вод, включно з річкою Дніпро в межах міста Кам'янське. Відповідальність за реалізацію цих вимог у регіоні покладено на Регіональний офіс водних ресурсів у Дніпропетровській області, який щорічно надає звіти про стан вод, включаючи випадки перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин.

Оскільки екологічний стан р. Дніпро в Кам'янському вимагає поглибленого вивчення, проведено аналітичний огляд якості води у точці спостереження «сmt Аули, питний водозабір м. Кам'янське» за даними Департаменту екології та природних ресурсів Дніпропетровської обласної державної адміністрації на основі річних спостережень за 2017–2023 роки (рис. 1) [1-7].

Аналіз річних даних свідчить, що якість води у зазначеному районі коливається в межах допустимих нормативів, однак деякі показники наближаються до гранично допустимих концентрацій або незначно їх перевищують. Протягом досліджуваного періоду вміст зважених речовин був найвищим у 2017 році (9,7 мг/дм³) і мав тенденцію до зниження до 2020 року (6,4 мг/дм³), однак у 2023 році знову зріс до 8,7 мг/дм³. Показник біохімічного споживання кисню (БСК₅) варіював у межах 2,3–3,2 мг/дм³, що свідчить про наявність органічного забруднення, хоча й на помірному рівні. Мінералізація води залишається стабільною (263–274 мг/дм³), що відповідає природному мінеральному складу річкової води. Значення сульфатів та хлоридів не перевищували норму, однак у 2020 році фіксувалося підвищення сульфатів до 40,91 мг/дм³ і хлоридів до 29,68 мг/дм³, що може свідчити про посилене антропогенне навантаження в цей період. У 2023 році рівень хлоридів знизився до 23,19 мг/дм³.

Особливу увагу слід звернути на амоній солевий, концентрація якого у 2023 році становила 0,42 мг/дм³, що близько до граничного значення (0,5 мг/дм³). Також підвищеним є вміст нітратів: найвищі значення зафіксовано у 2018–2021 рр. (1,24–2,5 мг/дм³), однак навіть максимальні рівні не перевищували норму.

Нафтопродукти виявлялися щороку, але в межах норми – найбільше у 2023 році (0,053 мг/дм³), що трохи перевищує допустиме значення 0,05 мг/дм³, тобто, спостерігалось локальне перевищення. Хімічне споживання кисню (ХСК)

залишалося стабільним на рівні близько 31 мг/дм³, що свідчить про невисоку ступінь хімічного забруднення. Рівень розчиненого кисню протягом років коливався в межах 8,06–9,1 мг/дм³, що є сприятливим для водної флори та фауни.

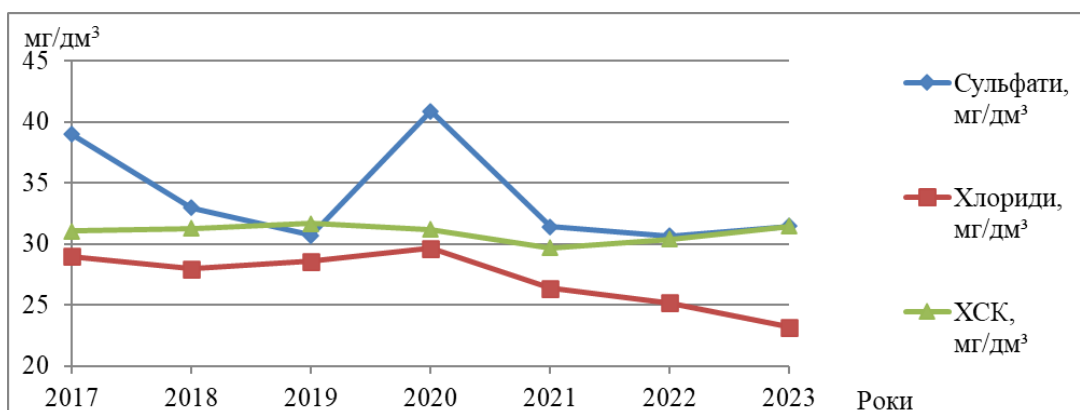
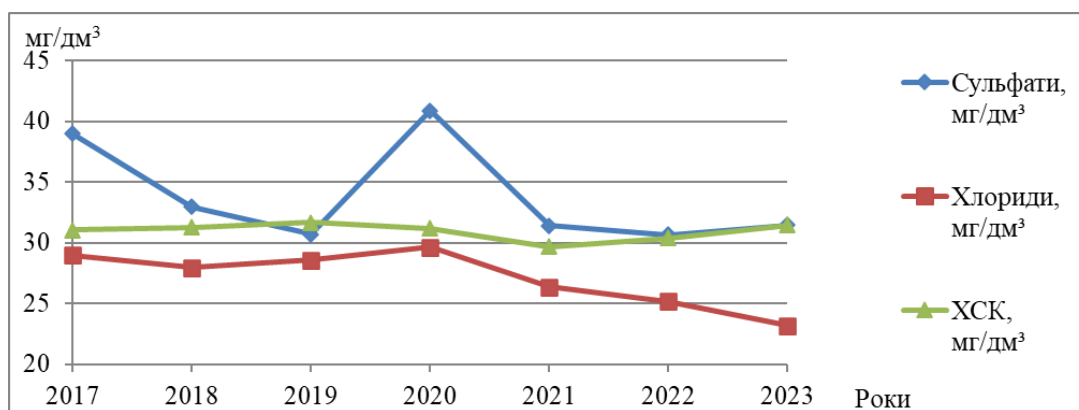
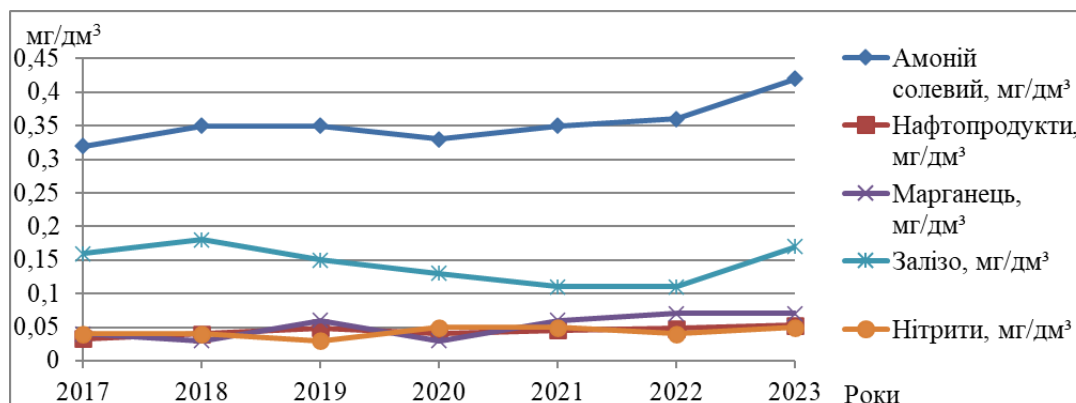


Рисунок 1 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у точці спостереження «с/мт Аули, питний водозабір м. Кам'янське» [1-7]

Ортофосфати та загальний фосфор зазвичай перебували у межах допустимого рівня, однак у 2022 році ортофосфати досягли 0,3 мг/дм³ – що вже гранично допустимо. Марганець, залізо та нітрили загалом не перевищували норму, проте у 2023 році зафіксовано підвищення вмісту заліза до 0,17 мг/дм³, що може свідчити про вплив промислових скидів або зміни геохімічного складу ґрунтів на водозбірній території.

Загалом, результати свідчать про стабільну якість води у місці водозабору, однак окремі показники, такі як амоній, нафтопродукти та ортофосфати, наближаються до критичних значень, що вимагає посиленого моніторингу та можливих управлінських рішень для зменшення джерел забруднення.

На основі даних Регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області за результатами державного моніторингу вод Кам'янського водосховища за 2017–2023 роки встановлено, що протягом усього періоду дослідження на Кам'янському водосховищі здійснювалися спостереження з двох державних моніторингових створів, і щороку у всіх випадках фіксувалося перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) окремих забруднюючих речовин. Кількість відібраних проб води варіювалася: від 16 проб у 2017 та 2018 роках до 24 проб у 2020, 2021 та 2023 роках, що свідчить про активну і системну роботу в межах екологічного контролю.

Щодо кількості проаналізованих показників, то вона в окремі роки досягала 528 одиниць, як, наприклад, у 2020, 2018 та 2017 роках. Найменшу кількість показників зафіксовано у 2019 році – 480 одиниць. У 2022 році їх було 378, що свідчить про деяке скорочення масштабу моніторингу.

Найчастіше серед забруднювачів із перевищенням ГДК фіксувалися амонійний азот, нафтопродукти та нітрити. Зокрема, впродовж трьох останніх років (2021–2023) кількість перевищень щодо амонію становила 4 випадки щороку, що вказує на сталий характер цього типу забруднення. Нафтопродукти у 2023 році фіксувалися в 11 випадках, що є одним із найвищих показників за весь період спостереження (також 11 випадків було у 2021 році). Це є сигналом про забруднення вод паливно-мастильними матеріалами.

Щодо нітритів, то у 2023 році зафіксовано 4 випадки перевищення, у 2021 – 3, у 2020 – 4, а в 2022 – лише 1. Ці дані свідчать про періодичні коливання рівня нітритного забруднення, що може бути наслідком зміни сільськогосподарських стоків або нестабільної роботи очисних споруд. Це вказує на стабільне хронічне забруднення, ймовірно спричинене скидами неочищених або недостатньо очищених стоків з промислових підприємств, а також нестабільною роботою очисних споруд.

Екологічний стан вод річки Дніпро в межах міста Кам'янське оцінюється як незадовільний з окремими критичними відхиленнями. Незважаючи на загальну відповідність більшості показників встановленим нормам, спостерігається тенденція до погіршення, зокрема за вмістом амонію, нафтопродуктів і фосфатів.

Для покращення ситуації рекомендовано: модернізувати системи очищення промислових та комунальних стічних вод; запровадити постійний автоматизований моніторинг вод; підвищити контроль за несанкціонованими скидами; впровадити штрафні санкції за порушення екологічних нормативів; розширити програму інформування населення про стан водних ресурсів.

Список використаної літератури

1. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2023 рік. Дніпро, 2024. 316 с.
2. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2022 рік. Дніпро, 2023. 229 с.
3. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2021 рік. Дніпро, 2022. 241 с.
4. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2020 рік. Дніпро, 2021. 240 с.
5. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2019 рік. Дніпро, 2020. 235 с.
6. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2018 рік. Дніпро, 2019. 247 с.
7. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2017 рік. Дніпро, 2018. 287 с.

*Dzhumelia E., PhD, Dzhumelia V.
Lviv Polytechnic National University*

ASSESSMENT OF INDUSTRIAL ENVIRONMENTAL RISKS IN POST-INDUSTRIAL AREAS: THE CASE OF STATE ENTERPRISE “ROZDIL MINING AND CHEMICAL ENTERPRISE “SIRKA”” (UKRAINE)

Introduction. Extensive areas of Ukraine have been subjected to prolonged anthropogenic pressures, particularly during the latter half of the twentieth century, owing to the operation of industrial facilities. Following the decommissioning of numerous enterprises, particularly those in the mining and chemical sectors, persistent challenges have emerged concerning the management of industrial waste, degraded lands, and legacy hazardous infrastructure [1].

The former State Enterprise “Rozdil Mining and Chemical Enterprise “Sirka”” (SE “Rozdil MCE “Sirka””), located in Rozdil, Lviv region, Ukraine, exemplifies a site requiring comprehensive environmental risk assessment. This study aims to evaluate the environmental risks associated with the site through the analysis of spatial, hydrochemical, and ecological indicators, with the objective of informing land reclamation strategies and promoting the territory’s integration into broader regional sustainable development frameworks.

Results and Discussion. Within the current paradigm of sustainable development, the environmental assessment of post-industrial territories assumes heightened relevance. The former SE “Rozdil MCE “Sirka”” represents a case of environmental degradation resulting from prolonged sulphur extraction operations. Upon cessation of industrial activities, the site was left with a complex of disrupted landscapes and contaminated structures.

The industrial legacy includes open-pit mines, artificial water bodies, hydraulic tailings, sulphur-containing waste deposits, and abandoned industrial infrastructure. At present, these facilities are largely unmonitored, lacking adequate technical maintenance or environmental oversight, thereby constituting potential sources of secondary contamination.

The present study is based on hydrochemical monitoring data of both surface and groundwater, supported by geospatial analysis of landscape transformation. Risk zones were identified using probabilistic spatial modelling approaches. The results reveal elevated concentrations of sulphates and mineralization in water environment, increased total dissolved solids, and notable organic pollution heavy metal ions in soil (particularly Mn, Sr, Pb, As, Zn) [2]. These findings are indicative of long-term disturbances to ecosystem. Despite these risks, environmental monitoring within the impacted zone remains fragmented and sporadic, with local initiatives lacking the capacity to implement systematic risk management.

SE “Rozdil MCE “Sirka”” thus constitutes a post-industrial landscape of strategic environmental concern. The identification of priority sources of environmental impact and delineation of high-risk zones form the basis for science-based recommendations on site rehabilitation, infrastructure restructuring, and regional integration aligned with sustainability principles.

Conclusions. The territory of the former SE “Rozdil MCE “Sirka”” remains a source of environmental risk, characteristic of many post-industrial areas. The findings of this assessment highlight the need to prioritise targeted land reclamation measures and to establish an integrated environmental monitoring framework. The incorporation of environmental risk considerations into spatial planning and regional development policies is essential for mitigating ecological threats and advancing environmental quality objectives.

References

1. Onifade M., Zvarivadza T., Adebisi J. A., Said K. O., Dayo-Olupona O., Lawal A. I., Khandelwal M. Advancing toward sustainability: The emergence of green mining technologies and practices. *Green and Smart Mining Engineering*. 2024. vol. 1. issue 2. pp. 157-174. <https://doi.org/10.1016/j.gsme.2024.05.005>
2. Dzhumelia E., Pohrebennyk V. Methods of soils pollution spread analysis: Case study of mining and chemical enterprise in Lviv region (Ukraine) // *Ecological Engineering and Environmental Technology*. 2021. 22(4). pp. 39–44. <https://doi.org/10.12912/27197050/137872>

¹Мураєнко А., ^{1,2}Безсонний В.

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

²Харківський національний економічний університет імені С.Кузнеця

ІНТЕГРАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ВОД РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ ЗА ІНДЕКСОМ ЗАБРУДНЕНОСТІ В УМОВАХ ПОСИЛЕНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

Річка Сіверський Донець — це ключова водна артерія Східної України, яка забезпечує водопостачання значної частини Харківської області та прилеглих регіонів. Її гідрологічна система підтримує побутові, промислові й сільськогосподарські потреби, а також є критично важливою для збереження екосистемної рівноваги. Водночас, зростання індустріального навантаження, урбанізації, сільськогосподарської інтенсифікації та дефіцит очисних інфраструктур призводить до поступового погіршення якості водного середовища, що створює загрозу не лише довкіллю, а й здоров'ю населення.

Серед основних джерел забруднення – скиди комунальних та промислових стічних вод, ерозійні й агрохімічні змиви, потрапляння несанкціонованих побутових відходів у водойми. Хімічний склад води змінюється внаслідок підвищення концентрацій органічних сполук, азотвмісних речовин, фосфатів та зважених часток, що є типовими маркерами антропогенного тиску.

З метою комплексної оцінки екологічного стану водної системи Сіверського Дінця у межах Харківської області, у цьому дослідженні застосовано індекс забрудненості води (ІЗВ) — ефективний інструмент гідрохімічного моніторингу, який дозволяє узагальнити дані щодо фактичного вмісту речовин у порівнянні з ГДК, і забезпечує порівняльний аналіз за просторовим критерієм.

Індекс забрудненості води (ІЗВ) давно використовується в екологічній практиці України як офіційний показник, затверджений нормативними документами. Його концептуальну базу активно розробляли С. Решетченко, О.Г. Васенко, О.В. Рибалова, які запропонували п'ятиступеневу класифікацію якості води (від "дуже чистої" до "дуже забрудненої") на основі середнього співвідношення концентрацій до ГДК. Цей підхід дозволяє не лише формалізувати рівень екологічної безпеки, але й створювати картографічні моделі ризику для водокористування.

Метою роботи є кількісна оцінка якості води річки Сіверський Донець у межах Харківської області за допомогою ІЗВ із урахуванням просторової неоднорідності та характеру локального навантаження.

Об'єктом дослідження обрано русло річки Сіверський Донець — одну з головних гідрографічних систем сходу України, яка перетинає густонаселені, індустріалізовані та аграрно-активні території.

Методика включала відбір проб води в 10 репрезентативних точках уздовж течії — від верхів'я до нижньої частини, з урахуванням впливу населених пунктів, промислових кластерів, сільськогосподарських угідь;

визначення гідрохімічних показників: БСК₅, ХСК, зважені речовини, амонійний, нітритний, нітратний азот, фосфати; розрахунок ІЗВ — як середнього значення відношення концентрацій забруднювачів до їх ГДК; класифікація кожної точки за шкалою якості води.

Аналітичні вимірювання проводилися у відповідності до наказу МОЗ України №77 від 13.01.2023 р.

Отримані дані свідчать про виразну просторову варіативність якості води. Найкращі показники виявлено у верхів'ї річки (сmt Печеніги, с. Мартове), де ІЗВ < 1.4, що відповідає класам "дуже чиста" або "чиста". У середній і нижній течіях зафіксовано погіршення показників, зокрема поблизу Змієва, Безлюдівки та Есхару.

Визначено, що найбільший внесок у погіршення якості води мають комунальні скиди з частково або зовсім неочищеними стоками; аграрне навантаження — насичення води азотом і фосфором через добрива; транспортні й промислові впливи у межах урбанізованих територій (Харківська агломерація, Зміївський район).

Притоки річки — зокрема Уди, Лопань, Бахтин — відіграють роль додаткових каналів переносу забруднення. Найвищий ІЗВ (2.5) зафіксовано у сmt Есхар — місцевості з щільним поєднанням індустриальних об'єктів і комунальних очисних споруд.

Таблиця 1– Класифікація якості води річки Сіверський Донець

№	Пункт спостереження	ІЗВ	Клас якості води	Характеристика
1	сmt Печеніги	1.20	I–II	Дуже чиста / чиста
2	с. Мартове	1.35	II	Чиста
3	сmt Есхар	2.50	III–IV	Забруднена
4	сmt Чугуїв	2.30	III	Помірно забруднена
5	м. Зміїв	2.10	III	Помірно забруднена
6	с. Коропове	1.95	II–III	Умовно чиста
7	р. Уди (впадіння)	2.40	III–IV	Забруднена
8	с. Мохнач	1.80	II–III	Умовно чиста
9	с. Васищево	2.20	III	Помірно забруднена
10	м. Безлюдівка	2.15	III	Помірно забруднена

Отже, ІЗВ підтвердив свою ефективність для інтегральної просторової оцінки якості води. Виявлено три зони підвищеного екологічного ризику (Есхар, Безлюдівка, впадіння р. Уди). Установлено провідні групи забруднювачів — амонійний азот, фосфати, нітроти. Отримані результати можуть бути використані для перегляду нормативів водокористування, зонування територій за ступенем ризику та оптимізації системи водоочищення.

Список використаної літератури

1. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом / За ред. В.А. Сташука. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 320 с.
2. Васенко О.Г., Рибалова О.В. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища. — Харків: НУГЗУ, 2015. 419 с.

*Власенко О.В., Подосьонов І.Є., Головатий О.Д.
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління*

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОБЛЕМ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАКОНОДАВСТВА ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З ОЗОНОРУЙНІВНИМИ РЕЧОВИНАМИ ТА ФТОРОВАНИМИ ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ

Анотація: Проведено аналіз ефективності реалізації законодавства України у сфері поводження з озоноруйнівними речовинами (ОРР) та фторованими парниковими газами (ФПГ). Розглянуто нормативно-правову базу, виявлено інституційні, економічні, технічні та соціальні виклики, які ускладнюють виконання законодавчих вимог. Запропоновано шляхи удосконалення механізмів регулювання, контролю та стимулювання переходу на альтернативні речовини і технології.

Ключові слова: озоноруйнівні речовини (ОРР), фторовані парникові гази (ФПГ), законодавство, екологічна політика, реалізація, проблеми, контроль, моніторинг, альтернативи, сталий розвиток, Україна.

Актуальність проблеми розкривається в наступних пунктах:

1. Глобальний контекст: важливість захисту озонового шару та боротьби зі зміною клімату.
2. Міжнародні зобов'язання України: Монреальський протокол, Кіотський протокол, Паризька угода, їх значення для національної політики.
3. Регіональні особливості: вплив геополітичної ситуації та економічних викликів на екологічну політику України.
4. Обґрунтування потреби в ефективному регулюванні ОРР та ФПГ для сталого розвитку.

Мета дослідження: ідентифікація та систематизація основних проблем реалізації законодавства України щодо ОРР та ФПГ.

Завдання: аналіз чинної нормативно-правової бази; виявлення інституційних, економічних, технічних та соціальних бар'єрів; оцінка ефективності існуючих механізмів контролю та моніторингу; розробка рекомендацій щодо удосконалення системи регулювання.

Огляд нормативно-правової бази України.

Основні законодавчі акти: Закон України "Про охорону атмосферного повітря", Закони України, що імплементують положення Монреальського та Кіотського протоколів, Підзаконні акти: постанови Кабінету Міністрів

України, накази Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.

Відповідність міжнародним стандартам: аналіз ступеня гармонізації національного законодавства з вимогами міжнародних угод та директив ЄС; визначення розбіжностей та потреби в адаптації.

Динаміка змін у законодавстві: огляд змін, внесених до законодавства за останні роки, з урахуванням нових наукових даних та міжнародних домовленостей; оцінка впливу змін на ефективність регулювання ОРР та ФПГ.

Проблеми реалізації законодавства показані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Перелік виявлених проблем реалізації законодавства у сфері регулювання ОРР та ФПГ (складено авторами)

Інституційні проблеми	Проблеми контролю та моніторингу	Економічні проблеми	Соціальні проблеми
<p><i>Недостатня координація:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Проблеми взаємодії між різними Міністерствами, відомствами та органами місцевого самоврядування. - Дублювання функцій та розмитість відповідальності. - - Неефективність міжвідомчих комісій та робочих груп. 	<p><i>Неефективний контроль за обігом речовин:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Проблеми з митним контролем імпорту та експорту ОРР та ФПГ. - Недостатній контроль за внутрішнім обігом речовин на ринку. - Ризик контрабанди та нелегального виробництва. 	<p><i>Висока вартість альтернатив:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Значні витрати на закупівлю альтернативних речовин та обладнання. - Недоступність сучасних технологій для багатьох підприємств. - Економічна неконкурентоспроможність підприємств, які впроваджують екологічно безпечні рішення. 	<p><i>Низька обізнаність:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Недостатня поінформованість підприємств та населення про небезпеку ОРР та ФПГ. - Відсутність ефективних інформаційних кампаній. - Недостатність екологічної освіти.
<p><i>Недостатність ресурсів:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Обмежене фінансування природоохоронних заходів. - - - Нестача кваліфікованих 	<p><i>Недосконалість системи моніторингу:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Відсутність комплексних систем моніторингу викидів ФПГ 	<p><i>Недостатність економічних стимулів:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Відсутність ефективних механізмів фінансової підтримки (пільгові кредити, гранти, податкові пільги). 	<p><i>Недостатність кваліфікації:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Брак фахівців, здатних працювати з альтернативними речовинами

<p>х кадрів у контролюючих органах. - Відсутність сучасного обладнання для моніторингу та аналізу.</p>	<p>на підприємствах. - Недостатність даних про фактичні обсяги використання та утилізації ОРР та ФПГ. - Проблеми з достовірністю та прозорістю даних.</p>	<p>- Недостатність інвестицій у розвиток екологічно чистих технологій. - Неєфективність системи екологічних платежів та штрафів.</p>	<p>та технологіями. - Відсутність програм навчання та перепідготовки кадрів. - Проблеми з працевлаштуванням фахівців у сфері екологічної безпеки.</p>
<p><i>Бюрократичні перешкоди:</i> - Складність та тривалість процедур отримання дозволів та ліцензій. - Надмірна звітність та адміністративне навантаження на підприємства. - Корупційні ризики при видачі дозвільної документації.</p>	<p><i>Відсутність системи утилізації:</i> - Нерозвиненість інфраструктури для збору, переробки та утилізації відпрацьованих ОРР та ФПГ. - Ризик викиду шкідливих речовин у навколишнє середовище.</p>		<p><i>Соціальний опір:</i> - Опір підприємств впровадженню екологічно безпечних технологій через економічні міркування. - Нерозуміння населенням важливості захисту озонового шару та боротьби зі зміною клімату.</p>

Для проведення аналізу ефективності вжитих заходів необхідно виконати наступні дії:

1. Оцінка національних програм: аналіз результатів виконання національних планів дій щодо скорочення використання ОРР та ФПГ; визначення досягнень та недоліків.

2. Динаміка викидів: аналіз тенденцій зміни викидів ОРР та ФПГ в Україні за останні роки; порівняння з міжнародними показниками.

3. Порівняльний аналіз: порівняння ефективності регулювання ОРР та ФПГ в Україні з іншими країнами (країни ЄС, країни з перехідною економікою); виявлення найкращих практик та можливостей їх адаптації.

На основі проведеного аналізу треба визначити шляхи удосконалення механізмів реалізації законодавства.

1. Удосконалення нормативно-правової бази:
 - Посилення законодавчих вимог до виробництва, імпорту, експорту, використання та утилізації ОРР та ФПГ.
 - Спрощення адміністративних процедур.
 - Посилення відповідальності за порушення законодавства (збільшення штрафів, кримінальна відповідальність).
2. Посилення контролю та моніторингу:
 - Створення ефективної системи митного контролю.
 - Впровадження електронного обліку та звітності.
 - Забезпечення прозорості та доступності інформації про викиди.
 - Створення незалежних органів екологічного контролю.
3. Стимулювання переходу на альтернативи:
 - Запровадження системи пільг та субсидій для підприємств, які впроваджують екологічно безпечні технології.
 - Створення фондів підтримки інновацій.
 - Розвиток ринку альтернативних речовин та обладнання.
4. Підвищення обізнаності та кваліфікації:
 - Проведення масштабних інформаційних кампаній.
 - Включення питань екологічної безпеки до навчальних програм.
 - Створення центрів навчання та перепідготовки фахівців.
5. Міжнародне співробітництво:
 - Активізація участі України в міжнародних проектах та програмах.
 - Обмін досвідом з іншими країнами.
 - Залучення міжнародної фінансової та технічної допомоги.

Список використаної літератури

1. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16 жовтня 1992 року № 2707-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>.
2. Монреальський протокол про речовини, що руйнують озоновий шар (1987). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_215#Text.
3. Паризька кліматична угода (2015). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text.
4. Національна доповідь про викиди парникових газів за період з 1990 по 2020 роки. Київ: Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2022. 250 с.
5. Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року. Київ: Кабінет Міністрів України, 2021. 180 с.

¹Зудіков А.О., ²Копаниця О.Б., ²Колеснік О.А., ²Литвиненко Д.В.
¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
²Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

ГОЛОВНІ НАПРЯМКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ З ПИТАННЯ ЗАЛУЧЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ОЧИЩЕННІ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Забезпечення екологічної безпеки водних ресурсів є одним із пріоритетних завдань сталого розвитку України [1]. Промисловість, будучи значним джерелом забруднення водних об'єктів, вимагає постійного вдосконалення систем очищення стічних вод із застосуванням найбільш ефективних та екологічно прийнятних технологій. Ефективна екологічна політика в цій сфері є ключовим інструментом для мінімізації негативного антропогенного впливу та збереження водних екосистем [2, 3]. Метою даної роботи є аналіз основних напрямків екологічної політики України, спрямованих на залучення сучасних технологій у процеси очищення промислових стічних вод.

Основні напрямки екологічної політики України у сфері очищення промислових стічних вод

Екологічна політика України щодо очищення промислових стічних вод формується під впливом міжнародних зобов'язань, національних стратегій сталого розвитку та необхідності вирішення нагальних екологічних проблем. Основними напрямками в цій сфері можна виділити:

Нормативно-правове регулювання. Удосконалення законодавчої бази, що встановлює жорсткіші вимоги до якості скидів промислових стічних вод, стимулює впровадження найкращих доступних технологій та практик (НДТМ). Це включає розробку та впровадження технічних регламентів, екологічних стандартів та нормативів, гармонізованих з європейським законодавством. Важливим аспектом є посилення контролю за дотриманням природоохоронного законодавства та відповідальності за його порушення.

Державна підтримка та стимулювання. Забезпечення фінансової підтримки підприємств, які впроваджують сучасні технології очищення стічних вод, шляхом надання пільгових кредитів, грантів, податкових стимулів. Розробка та реалізація державних і регіональних програм, спрямованих на модернізацію очисних споруд та будівництво нових об'єктів із застосуванням інноваційних технологій.

Впровадження найкращих доступних технологій та практик (НДТМ). Стимулювання підприємств до переходу на екологічно безпечні та ресурсоефективні технології очищення стічних вод, включаючи мембранні технології, біологічні методи з використанням активного мулу та біоплівки, адсорбційні методи, окислювальні процеси та інші сучасні підходи. Забезпечення інформаційної підтримки підприємств щодо наявних НДТМ та сприяння їх трансферу.

Моніторинг та контроль якості водних об'єктів. Посилення системи державного моніторингу якості поверхневих та підземних вод, включаючи контроль за скидами промислових стічних вод. Впровадження сучасних методів аналізу та автоматизованих систем моніторингу для оперативного виявлення та реагування на забруднення.

Міжнародне співробітництво. Залучення міжнародного досвіду та фінансової допомоги для впровадження сучасних технологій очищення стічних вод. Участь у міжнародних проектах та програмах, спрямованих на охорону водних ресурсів та обмін знаннями у сфері екологічної безпеки.

Підвищення екологічної свідомості та освіти. Проведення інформаційних кампаній, спрямованих на підвищення екологічної свідомості керівників підприємств та громадськості щодо важливості впровадження сучасних технологій очищення стічних вод. Включення питань екологічної безпеки та технологій очищення стічних вод до навчальних програм вищих та середніх спеціальних навчальних закладів.

Бар'єри та перспективи впровадження сучасних технологій

Впровадження сучасних технологій очищення промислових стічних вод в Україні стикається з низкою бар'єрів, а саме [4]:

1. Недостатнє фінансування. Висока вартість сучасних очисних технологій та обладнання є значною перешкодою для багатьох промислових підприємств.

2. Застаріла інфраструктура. Існуючі очисні споруди на багатьох підприємствах є застарілими та потребують модернізації або повної заміни.

3. Недостатня кваліфікація персоналу. Відсутність достатньої кількості кваліфікованих фахівців, здатних ефективно експлуатувати та обслуговувати сучасні очисні технології.

4. Бюрократичні перешкоди. Складні та тривалі процедури погодження та отримання дозвільної документації на впровадження нових технологій.

5. Низька екологічна свідомість. Недостатнє розуміння керівництвом деяких підприємств важливості екологічної безпеки та переваг впровадження сучасних технологій.

Незважаючи на існуючі бар'єри, існують значні перспективи для активізації процесу впровадження сучасних технологій очищення промислових стічних вод в Україні. До них належать:

Посилення державного регулювання. Подальше вдосконалення законодавчої бази та посилення контролю за дотриманням екологічних вимог створюватимуть стимули для підприємств інвестувати в сучасні технології.

Зростання екологічної свідомості. Підвищення рівня екологічної культури в суспільстві та серед представників бізнесу сприятиме усвідомленню необхідності впровадження екологічно чистих технологій.

Доступ до міжнародних фінансових ресурсів. Залучення грантів, кредитів та інвестицій від міжнародних організацій та фондів для реалізації екологічних проектів.

Розвиток вітчизняного ринку екологічних технологій. Стимулювання розвитку українських компаній, що розробляють та впроваджують сучасні технології очищення стічних вод.

Впровадження принципів циркулярної економіки. Розгляд стічних вод як потенційного джерела цінних речовин та енергії, що сприятиме впровадженню технологій їхньої повторної переробки та утилізації.

Екологічна політика України у сфері очищення промислових стічних вод перебуває на етапі активного розвитку та спрямована на залучення сучасних технологій для підвищення ефективності очистки та мінімізації негативного впливу на водні ресурси. Нормативно-правове регулювання, державна підтримка, впровадження НДТМ, посилення моніторингу, міжнародне співробітництво та підвищення екологічної свідомості є ключовими напрямками цієї політики. Вирішення існуючих бар'єрів та використання наявних перспектив сприятиме більш активному впровадженню інноваційних технологій, що забезпечить покращення екологічного стану водних об'єктів та зміцнення екологічної безпеки України.

Список використаної літератури

1. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. URL:¹ [Вставити актуальне посилання на офіційний вебсайт Верховної Ради України] (дата звернення: 05.05.2025).
2. Водний кодекс України: Закон України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. URL: [Вставити актуальне посилання на офіційний вебсайт Верховної Ради України] (дата звернення: 05.05.2025).
3. Про затвердження Порядку видачі дозволів на спеціальне водокористування: Постанова Кабінету Міністрів України від 13.03.2002 № 321. URL: [Вставити актуальне посилання на офіційний вебсайт Кабінету Міністрів України] (дата звернення: 05.05.2025).
4. Маркіна Л. М., Трохименко Г. Г., Ушкац С. Ю., Жолобенко Н. Ю. Сталий розвиток довкілля: навч. посіб. Миколаїв : НУК, 2020. 224 с.

*Богомаз О.П., Ph.D., доц.
ТОВ ТУ «Метінвест політехніка»*

ОБМЕЖЕННЯ НАГРІВУ ПОВІТРЯ, ЩО ПОДАЄТЬСЯ В ГЛИБОКІ ВИРОБКИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ, ЗАДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ РОБОТИ ГІРНИКІВ

Видобуток вугільних пластів пов'язаний з неминучим збільшенням глибини виробок. На початку ХХІ століття гірничі виробки українських вугільних родовищ досягали глибини 1200-1500 метрів. У таких умовах

температура гірського масиву досягає 40-5 °С. У перспективі планується розробка пластів понад 2000 м, температура яких перевищує 70 °С.

Протяжність вентиляційних шляхів від поверхні до виробок часто становить кілька кілометрів, і при проходженні по них свіжого повітря воно прогрівається до температури, близької до температури гірського масиву. Це значно ускладнює роботу українських шахтарів на робочих місцях, де допустима температура повітря не повинна перевищувати 26 °С. Встановлення та використання різноманітного холодильного обладнання пов'язане з багатомільйонними витратами, а кошти, витрачені на кондиціонування повітря, здорожують видобуток вугілля та знижують конкурентоспроможність вугледобувних підприємств.

Проблеми забезпечення безпечних і комфортних умов праці на робочих місцях шахтарів залишаються гострими при розробці глибоких пластів. З гірничодобувними роботами, що переміщуються на глибини понад 1000 метрів, підземне середовище стало більш екстремальним, оскільки рівень температури та вологості підвищився через високе тепловиділення від гірської маси та від шахтного електричного та дизельного обладнання. Крім того, збільшення глибини призвело до передачі додаткового тепла вентиляційному повітрю шляхом автокомпресії повітря, самонагрівання вугілля та інших джерел нагріву [1, 2].

Аномальні мікрокліматичні умови не тільки безпосередньо впливають на здоров'я шахтарів під землею, а й спричиняють зниження сприйняття, концентрації, уваги та працездатності [3, 4]. Такий негативний вплив температури та вологості на організм людини називають кліматичною небезпекою [5]. Дослідження показали, що температура підземного повітря стала головним фактором, що впливає на безпеку шахтарів, до неї додаються вологість і швидкість повітря.

Узагальнення інформації про термічну обстановку в глибоких виробках на різних типах родовищ підтвердило підвищення кліматичної небезпеки в усіх гірничодобувних регіонах. Основним способом подолання термічної небезпеки на робочих місцях є використання різних типів локальних систем кондиціонування повітря. Перспективними шляхами підвищення ефективності кондиціонування повітря є підвищення ефективності установок і вдосконалення вентиляційних мереж. Використання всіх технічних рішень шахтного кондиціонування повітря пов'язане зі складністю гірничих робіт і високою вартістю процесу штучного охолодження холодоагенту. Постачання холодоагентів на великі відстані спричиняє значні втрати холоду, що призводить до значного збільшення витрат на кондиціонування повітря. Викладене обумовлює необхідність пошуку якісно іншого способу забезпечення нормативної температури повітря на робочих місцях шахтарів.

Теоретичні дослідження проводилися на основі системного аналізу фундаментальних рівнянь класичної теорії термодинаміки з урахуванням експериментальних даних з фізики гірських порід і геомеханічних процесів, що відбуваються під час гірничих робіт. Поставлена мета була досягнута шляхом порівняння енергетичного стану (ентальпії) гірських порід у

непорушеному масиві гірничими роботами та маси, що утворилася в цих породах після видобутку вугільного пласта.

Запропоновано ідею транспортування холодоагенту у вигляді охолодженого повітря через виробки, розташовані у витіснених породах за лавою, які звільнені від тиску породи, дегазовані та охолоджені. Це дозволяє істотно зменшити втрати холоду на шляху до робочих місць шахтарів.

Результати теоретичних попередніх розрахунків підтверджують, що ентальпія зміщених порід у виробленому лаві залишається практично незмінною незалежно від глибини розробки. Це підтверджує обґрунтованість ідеї вибору розташування виробок з метою економії холодних ресурсів.

Теоретично встановлено лінійний характер зростання коефіцієнта ентальпії порід у непорушених і охолоджених масивах порід із поглибленням гірничих робіт, що свідчить про ефективність і перспективність запропонованого способу на великих глибинах.

Запропонований перспективний варіант підготовки і розробки вугільних пластів для забезпечення економії холодного ресурсу шляхом влаштування виробок у витіснених і охолоджених породах, відрізняється тим, що підготовчі виробки, які подають повітря в забій, розташовані в охолоджених породах у склепінні повністю зміщеного масиву покрівлі.

Список використаної літератури

1. Greth, A., Roghanchi, P. and Kocsis, K. (2017): A review of cooling system practices and their applicability to deep ad hot underground US mines. 16th North American Mine Ventilation Symposium, Golden, CO, 11, 1-9.
2. Kuyuk, A. F., Ghoreishi-Madiseh, S. A. and Hassani, F. P. (2020): Closed-loop bulk air conditioning: A renewable en-ergy-based system for deep mines in arctic regions. Interna-tional Journal of Mining Science and Technology, 30(4), 511-516. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2020.05.011>
3. Nehrii, S., Nehrii, T, Volkov, S., Zbykovskyy, Y. and Shvets, I. (2022): Operation complexity as one of the injury factors of coal miners. Mining of Mineral Deposits, 16 (2), 95-102.
4. Cheberiachko, S., Cheberiachko, Yu., Sotskov, V. and Tytov, O. (2018): Analysis of the factors influencing the level of professional health and the biological age of miners during underground mining of coal seams. Mining of Mineral Deposits, 12(3), 87-96. <https://doi.org/10.15407/mining12.03.087>
5. Szlązak, N., Obracaj, D. and Swolkień, J. (2018): An evaluation of the functioning of cooling systems in the Polish coal mine industry. Energies, 11, 2267. <https://doi.org/10.3390/en11092267> <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/9/2267>

Секція 2. Екологічні аспекти промислових технологій в галузях економіки

Бабчук Л.

Фаховий медичний коледж

Івано-Франківського національного медичного університету

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТОРІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ

Об'єднана енергетична система України зазнала масованої атаки з боку Росії вперше 23 листопада 2022 року. Ця атака та наступні, що були після першої стали причиною початку планових відключень електроенергії по всій країні.

Атаки на енергосистему України продовжувалися протягом наступних років. Якщо згадати масовані атаки росіян на енергооб'єкти у березні-червні 2024 року, то через терористичні дії росіян українська енергосистема втратила 9 ГВт потужностей теплових та гідроелектростанцій, які були або повністю зруйновані, або пошкоджені. Відновити їх вдалося лише частково.

Мільйони споживачів електроенергії вперше зазнали блек-ауту наприкінці 2023 року, по декілька днів залишалися без електро-, тепло- та водопостачання. Фахівці стверджувати, що якщо не обмежити електропостачання контролювано, може статися масштабна аварія з пошкодженням обладнання. Відключення застосовували і застосовують у випадках, коли диспетчери Укренерго бачать, що в певний регіон не має можливості доставити обсяг електроенергії, відповідний поточному рівню споживання.

Через систематичні терористичні напади російських військ на критичну інфраструктуру нашої держави, під час війни стало нагальним питання використання альтернативними джерелами електроенергії. Ними стали бензинові і дизельні електрогенератори. Багато українців, як фізичних осіб так і підприємців масово закупають такі портативні джерела електричного струму.

Електрогенератори працюють таким чином, що виробляють енергію, спалюючи паливо та споживаючи атмосферне повітря та забруднюючи атмосферу. Як наслідок, в повітря потрапляють такі шкідливі сполуки, як чадний газ, оксиди азоту та сірки, альдегіди та вуглеводні. Крім того, зростання частки працюючих дизельних та бензинових електрогенераторів в

Україні збільшує використання атмосферного повітря та сприяє забрудненню атмосфери, що може негативно вплинути на стан здоров'я людей.

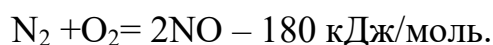
Якщо користуватися статистичними даними, то щороку в Україні фіксують понад 100 випадків отруєння людей чадним газом. Тепер їх може стати значно більше через повсюдне використання генераторів електричного струму. Монооксид вуглецю, оксид вуглецю (II) (чадний газ) утворюється, якщо горіння відбувається в умовах браку кисню. Тобто, якщо в приміщенні немає доступу до достатньої кількості свіжого повітря, погано працює вентиляція, забиті димарі, то там може збиратися чадний газ. Крім того, вітряна погода може спричинити зворотну тягу в димових та вентиляційних каналах, а через це небезпечні продукти горіння не виводяться назовні й накопичуються у приміщенні. Чадний газ, токсичний газ, що може самовільно виділятися під час роботи бензинових та дизельних генераторів, двигунів авто, дров'яних, газових, вугільних печей, камінів, вугільних грилів, газових водонагрівачів, газових обігрівачів тощо. Отруїтися можна навіть від горіння звичайних свічок чи каганців, якщо за відсутності світла довго палити їх у непривітрованому приміщенні невеликого об'єму із поганою вентиляцією.

Чадний газ - це токсичний газ. Він не має кольору, запаху чи смаку. Накопичуючись у приміщенні, чадний газ стає смертельним для людини. Коли монооксид вуглецю або чадний газ потрапляє у кров, утворюється карбоксигемоглобін – хімічна сполука, що є результатом взаємодії монооксиду вуглецю з пігментом крові гемоглобіном. Швидкість приєднання монооксиду вуглецю до гемоглобіну приблизно вдесятеро вища за швидкість приєднання кисню, а швидкість дисоціації (розщеплення) карбоксигемоглобіну приблизно в 3600 разів менша за відповідну швидкість для оксигемоглобіну. Потрапляючи до легень із атмосферним повітрям, монооксид вуглецю розчиняється в плазмі крові, проникає в еритроцити та вступає у незворотний зв'язок із гемоглобіном і блокує здатність гемоглобіну транспортувати кисень організмом. Навіть легкий ступінь отруєння монооксидом вуглецю призводить до підвищення навантаження на серце, оскільки зменшення надходження кисню компенсується збільшенням частоти серцевих скорочень.

Розпізнати чадний газ практично неможливо, але є симптоми, які людина обов'язково має зауважити, якщо чадний газ почав збиратися в приміщенні. Симптомами ураження чадним газом є головний біль, нудота, прискорене дихання, слабкість, відчуття втоми, запаморочення та сплутаність свідомості. Для того, щоб уникнути отруєння чадним газом, потрібно використовувати детектори чадного газу.

Вихлопні гази бензинових та дизельних генераторів дуже шкідливі, їхні компоненти мають негативний вплив на організм людини. Ще більшу небезпеку ніж чадний газ становлять оксиди азоту NO та NO₂, які приблизно в 10 разів небезпечніші. Згубність впливу оксидів азоту на навколишнє середовище і в остаточному підсумку на людину велика. Тривала дія навіть порівняно невеликих концентрацій NO_x в повітрі збільшує кількість гострих і

хронічних респіраторних захворювань, а також негативно діє на рослинний та тваринний світ. Оксиди азоту викликають сильний кашель, блювоту та головний біль, а при взаємодії з вологою поверхнею слизової перетворюються на кислоти та призводять до набряків легень. Зниження їх вмісту в газових викидах паливо використовуючих генераторів – одна із важливіших турбот технологів. Якщо раніше мова йшла про концентрації NO_x в викидах продуктів згоряння в сотні міліграмів на кубічний метр, то сьогодні екологічна безпека диктує необхідність зниження вмісту цих забруднювачів до десятків і навіть одиниць міліграмів на метр кубічний. Найбільший вплив на утворення оксиду азоту чинить температура. З її зростанням від 1500 до 2200 К вихід оксиду азоту зростає приблизно в 10 разів, у той час як п'ятикратне збільшення концентрації кисню підвищує вихід NO лише в 2 рази. При горінні палива або вибуху реакція окислення атмосферного азоту вільним киснем формально описується рівнянням:



Фактично створення NO_2 відбувається в результаті ряду ланцюгових реакцій. Наступною є реакція: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$.

Найбільший вплив на утворення оксиду азоту чинить температура. З її зростанням від 1500 до 2200^oК вихід оксиду азоту зростає приблизно в 10 разів, у той час як п'ятикратне збільшення концентрації кисню підвищує вихід NO лише в 2 рази.

Низькомолекулярні альдегіди, такі як формальдегід та ацетальдегід, можуть виділятися в повітрі під час роботи деяких видів електричних генераторів. Ці альдегіди можуть бути шкідливими для здоров'я людини, особливо при тривалому вдиханні.

Формальдегід є канцерогеном, який він може викликати ракові захворювання, а також може посилити подразнення очей, носа та горла, необхідні реакції та інші захворювання. Ацетальдегід також може викликати подразнення очей та горла, а також подразнення шкіри.

Найбільша небезпека може бути при використанні портативних бензинових генераторів, особливо, якщо вони використовуються в закритих приміщеннях де немає вентиляції. У таких умовах рівень низькомолекулярних альдегідів може бути дуже високим, що становить серйозну загрозу для здоров'я.

Генератори електричного струму негативно впливають на якість атмосферного повітря. Найбільшу шкоду нашому здоров'ю генератори завдають при перепадах температури, коли бувають туманні дні, бо туман - це кисіль із шкідливих вихлопних газів, які при безвітряній погоді створюють ризики утворення смогу з небезпечних випарів працюючих генераторів. Ця ситуація може призводити до задухи у людини. Генератор електричного струму можна використовувати тільки на відкритому повітрі.

Сучасні реалії вказують, що актуальною проблемою є пошук генераторів, які зможуть працювати на альтернативних видах палива, та не завдаватимуть шкоди навколишньому середовищу через утворення отруйних газів.

Список використаної літератури

1. Данів Н. П., Бабчук Л. Р. Забруднення повітря чадним газом, що утворюється при використанні генераторів електричного струму // 92-га науково-практична конференція студентів і молодих вчених із міжнародною участю «Інновації в медицині та фармації», 23–25 березня 2023 р. – Івано-Франківськ : Видавництво ІФНМУ, 2023. – С. 144.

2. Станіславська І. В., Бабчук Л. Р. Забруднення повітря оксидами азоту при використанні генераторів електричного струму // 92-га науково-практична конференція студентів і молодих вчених із міжнародною участю «Інновації в медицині та фармації», 23–25 березня 2023 р. – Івано-Франківськ : Видавництво ІФНМУ, 2023. – С. 150.

3. Бабчук Л. Р. Небезпека забруднення повітря відпрацьованими газами генераторів електричного струму // Актуальні питання біології та медицини : зб. наук. пр. XX Всеукраїнської науково-практичної конференції, 24 травня 2024 р., м. Лубни. – 2024. – С. 52–55.

4. Стефінів В. Ю., Бабчук Л. Р. Особливості застосування генераторів електричного струму через продукування ними чадного газу // III Всеукраїнська студентська науково-практична конференція «Хімія і технології: теоретичні та практичні аспекти», 27 квітня 2023 р. – Житомир : Видавництво ЖБФФК, 2023. – С. 190.

5. Цибух С. В., Калин І. В., Бабчук Л. Р. Вплив використання генераторів електричного струму на забруднення повітря оксидами азоту // III Всеукраїнська студентська науково-практична конференція «Хімія і технології: теоретичні та практичні аспекти», 27 квітня 2023 р. – Житомир : Видавництво ЖБФФК, 2023. – С. 193.

Русенко К.О., викладач

Національний університет цивільного захисту України

АНАЛІЗ ВМІСТУ У ПОВІТРІ ЧЕРКАС КАНЦЕРОГЕННИХ РЕЧОВИН

В нашому урбанізованому світі на сучасну людину впливає велика кількість різноманітних шкідливих речовин: пил, чадний газ, оксид азоту та оксид сірки. А також специфічні для міста Черкаси це формальдегід, аміак, сірководень та оксид азоту. І також вісім важких металів: кадмій, цинк, нікель, мідь, хром. Найвищі перевищення по середньодобовим показникам найчастіше фіксуються по формальдегіду та по аміаку. Формальдегід є небезпечним газом, який має нейротоксичну, місцево-подразнюючу, гепатоксичну дію, рівні вмісту якого в житлових приміщеннях строго нормовані. Всмоктується через слизові оболонки дихальних шляхів і шлунково-кишкового тракту. [1]

Значне зростання вмісту формальдегіду в атмосферному повітрі міст в останній період суттєво залежить від зміни метеорологічних умов. Порівняно

з іншими домішками проявляється найчіткіша закономірність його сезонного ходу, яка характеризується збільшенням концентрації в літній період. Хід місячних концентрацій формальдегіду змінюється залежно від температури повітря й інтенсивності прямої сонячної радіації на горизонтальну поверхню.

Осереднене по всіх досліджених містах значення концентрацій формальдегіду в повітрі більше, ніж удвічі перевищує ГДК, у переважній більшості міст, в яких здійснюється моніторинг цієї домішки, навіть найнижчі із середніх концентрацій перевищують ГДК. Таких міст налічується 23. Для більшості міст характерним є перевищення ГДК у межах усього діапазону коливань концентрацій формальдегіду в повітрі [1].

Таблиця 1 – Класифікація міст України за рівнем перевищення ГДКс.р. концентраціями формальдегіду осередненими за багаторічний період

Кратність перевищення ГДК	< 1 ГДК (допустимий рівень забруднення)	1–2 ГДК (підвищений рівень забруднення)	2–3 ГДК (високий рівень забруднення)	3–6 ГДК (екстремально-високий рівень забруднення)
Міста України	Тернопіль, Алчевськ, Харків, Полтава	Ізмаїл, Керч, Кропивницький, Суми, Хмельницький, Запоріжжя, Львів, Чернівці, Севастополь, Київ, Кременчук, Сімферополь, Вінниця	Макіївка, Рівне, Горлівка, Херсон, Кривий Ріг, Донецьк, Ялта, Єнакієве, Торезьк, Черкаси, Світловодськ, Дніпро	Луганськ, Краматорськ, Миколаїв, Луцьк, Армянськ, Рубіжне, Северодонецьк, Слов'янськ, Ужгород, Маріуполь, Кам'янське, Лисичанськ, Одеса

Основними джерелами забруднення формальдегідом і аміаком повітря міста Черкас є: ПАТ «Азот», ТОВ «Черкаський лакофарбовий завод «Аврора», ТОВ «Черкаський завод плитних матеріалів», Черкаська ТЕЦ, а також автомобільний транспорт.

В Україні, відповідно до Державних санітарних правил охорони здоров'я населення, встановлено допустима середньодобова (ГДК_{с.д.}) концентрація формальдегіду в повітрі становить 0,003 мг/м³. [2]

За період досліджень, з 7 по 12 квітня 2025 року в Черкасах було встановлено, що аміак, формальдегід, діоксид азоту перевищують свою гранично допустиму концентрацію по середнім за добу значенням.

Згідно з результатами досліджень лабораторії гідрометеослужби, у всіх мікрорайонах Черкас зафіксували перевищення:

Центр міста:

- по діоксиду азоту — у 1,3 рази (7 квітня)
- по аміаку — у 1,1-1,9 рази (7, 9, 10, 11, 12 квітня).

Дніпровський мікрорайон:

- по діоксиду азоту – у 1,4 рази (9 квітня);

- по аміаку – у 1,3-1,5 рази (7, 9, 10, 12 квітня);
- по формальдегіду – 1,8 – 4,0 рази (впродовж тижня).

У Південно-Західному мікрорайоні:

- по діоксиду азоту – у 1,2 рази (10 квітня);
- по аміаку – 1,4 рази (7, 12 квітня) [3].



Рисунок 1 – Характеристика забруднення повітря по м. Черкаси середньодобові концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в кратності ГДК с.д.

У разі погіршення ситуації зі станом атмосферного повітря фахівці радять:

- Намагайтеся уникати тривалих прогулянок на відкритому повітрі, щільно закривай вікна та двері квартир, щоб уникнути накопичення шкідливих речовин у приміщенні.
- Не перевантажувати організм фізичними вправами, так як активна фізична праця сприяє більш швидкому і глибокому диханню, таким чином призводить до акумуляції шкідливих речовин в організмі.
- На вулиці, людям з індивідуальною чутливістю до формальдегіду, слід використовувати захисні респіратори, так як звичайні медичні маски не в змозі захистити від шкідливих газів.
- Ефективним у стимуляції організму до протидії шкідливим речовинам є вживання citrusових, продуктів багатих на вітамін А (морква, чорниця, яєчні жовтки, малина, петрушка тощо).
- Необхідно сприяти роботі нирок, для виведення шкідливих речовин з організму, ефективним буде вживання сечогінних продуктів (кавун, диня). Більше пити простої води.
- Уникати надмірного навантаження на травну систему, для цього відмовитися від вживання жирної їжі, солодощів, газованих напоїв, алкоголю, чіпсів, сухариків тощо.
- Робити вологе прибирання, після прогулянки прати одяг.

- Уникати користування лаками для волосся, так як вони сприяють накопиченню формальдегіду в приміщенні.
- Пам'ятайте, рослини є ефективних засобом видалення шкідливих хімічних речовин з повітря. Вважається, що папороті, найбільш ефективно борються із формальдегідом. Також досить дієвими є хризантеми, тюльпани, філодендрони, пальми, і плющі.

Список використаної літератури

1. Белоконь К.В., Тарабан Є.В. Дослідження забруднення атмосферного повітря промислового міста як фактор ризику для здоров'я його мешканців. Матеріали науково-практичної конференції Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за спеціальністю «Екологія». Полтава: РолтНТУ, 2019. С. 49.
2. ДержСанПіН 8.2.1-181-2012 і Гігієнічним регламентом № 52 від 14.01.2020
3. URL: <https://suspilne.media/cherkasy/995483-zbilisilisa-koncentracii-amiaku-ta-formaldegidu-u-cerkasah-zabrudnene-povitra-rezultati-doslidzenna/>
(дата звернення 25.04.2025)

*Погорелова О. М., доцент, кандидат біологічних наук, Триліх І. І.
Західноукраїнський національний університет*

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЧИННИК СТАЛОГО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

У сучасних умовах розвитку світової економіки все більшої актуальності набуває питання екологічної безпеки та сталого розвитку. Промисловість, як один із ключових секторів економіки, відіграє важливу роль у формуванні рівня добробуту суспільства, водночас залишаючи значний екологічний слід. Використання природних ресурсів, утворення забруднюючих речовин та промислових відходів – усе це спричиняє деградацію довкілля та зміну клімату. У зв'язку з цим постає необхідність впровадження екологічно безпечних технологій, які дозволяють мінімізувати шкідливий вплив промислової діяльності на навколишнє середовище.

Аналіз екологічних аспектів промислових технологій у контексті економіки є важливим кроком до поєднання економічної ефективності з екологічною відповідальністю. Зі зростанням глобальних екологічних проблем, зацікавленість в екологічних інноваціях, які можуть бути впроваджені на підприємствах посилюється. Такі інновації спроможні забезпечити не тільки соціально-екологічну відповідальність у бізнесовій сфері, але й забезпечити конкурентні переваги підприємствам. Культура споживання та принципи сталого розвитку формують нові підходи до функціонування промислового сектору економіки, коригуючи технології та їх

технічне забезпечення, розвиваючи свідоме стратегічне бачення топ-менеджменту у сталому розвитку. Це прискорює тенденції становлення екологічної свідомості як серед споживачів, так і серед виробників. Саме запровадження екологічних інновацій (еко-інновацій) стає запорукою сталого розвитку підприємств, поєднуючи забезпечення потреб промисловості [1].

Промислові технології часто мають суттєвий вплив на екологічне середовище. Найбільшими джерелами забруднення є: викиди в атмосферу, ґрунт та воду, накопичення твердих та переробка відходів, енергоефективність.

Під час виробничих процесів, особливо в енергетичному та хімічному секторах, утворюються токсичні гази та частки, які призводять до забруднення повітря, що негативно впливає на здоров'я людей і клімат. Технічні процеси в промисловості часто супроводжуються скидами забруднених вод, що може призвести до деградації водних екосистем і погіршення якості води. Величезна кількість відходів, що утворюються в процесі виробництва, потребує правильного утилізування, оскільки їх неправильне управління може призвести до забруднення ґрунтів та забруднення повітря [2].

Інноваційні сталі технології та «зелена» економіка сприяють створенню ефективних механізмів зменшення екологічного навантаження на довкілля. Впровадження енергоощадних технологій допомагає знизити споживання енергії та зменшити викиди парникових газів. Сонячна, вітрова та гідроенергія є альтернативними джерелами енергії, які не спричиняють забруднення навколишнього середовища і можуть знижувати залежність від традиційних викопних джерел енергії.

Незважаючи на численні досягнення в галузі розробки сталі технології, існують певні проблеми, які ускладнюють їх впровадження: високі початкові витрати, інноваційні матеріали та технології, інтелектуальні технології, циркулярна економіка. Розвиток і впровадження нових технологій часто потребує значних фінансових вкладень, що є бар'єром для багатьох підприємств, які використовують застарілі технології, і можуть зустрічати труднощі при переході до більш екологічно чистих методів виробництва.

Проте, незважаючи на ці проблеми, використання екологічно чистих технологій є необхідним кроком для забезпечення сталого розвитку економіки і збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь. В умовах глобалізації та посилення екологічної свідомості, впровадження екологічних технологій стає важливим фактором конкурентоспроможності промислових підприємств. А саме, використання екологічно безпечних матеріалів та впровадження технологій, які мінімізують використання токсичних речовин. Впровадження систем автоматизації та моніторингу для зменшення енергоспоживання і відходів. Система, яка передбачає максимальне використання відновлюваних ресурсів та мінімізацію відходів у процесі виробництва [3]. Інтеграція екологічних вимог у виробничі процеси є необхідним кроком для забезпечення сталого розвитку економіки. Сучасні промислові технології мають значний вплив на навколишнє середовище, і їхнє вдосконалення в напрямку зменшення шкідливих викидів, економії ресурсів

та підвищення енергоефективності є важливим фактором для збереження екосистем і здоров'я людини.

Водночас, для ефективного впровадження екологічних технологій необхідна тісна співпраця між державними органами, підприємствами та громадськістю. Законодавчі ініціативи, підтримка інновацій та інвестицій у «зелені» технології, а також активна просвітницька діяльність допомагають сформувати відповідальне ставлення до природних ресурсів та сприяють переходу до економіки, орієнтованої на стійкий розвиток.

Таким чином, екологічні аспекти є невід'ємною частиною сучасних промислових процесів, і їхнє впровадження дозволяє знизити екологічний слід промисловості, підвищити конкурентоспроможність підприємств та забезпечити добробут майбутніх поколінь.

Список використаної літератури

1. Бичковська А. А. Екологічні інновації промислових підприємств у забезпеченні сталого розвитку. URL: <file:///C:/Users/%D0%86%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B0/Downloads/201180-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-450017-1-10-20200422.pdf>
2. Тверді промислові відходи: джерела утворення та екологічні аспекти проблеми. Реферат. Освіта.UA. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/ecology/21365/>
3. Тараймович І.В., Демчук Л.І., Тихонова О.М. Екологічні аспекти виробництва та споживання: вплив на забруднення та вичерпання природних ресурсів. Науково-практичний журнал. 148 с.

Іванченко А., доктор технічних наук, професор, професор кафедри хімічних та біологічних технологій

*Воронов В., аспірант кафедри хімічних та біологічних технологій
Дніпровський державний технічний університет*

ОДЕРЖАННЯ КОМПОНЕНТІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПРОЛОНГОВАНОЇ ДІЇ НА ОСНОВІ ВІДПРАЦЬОВАНОГО ЦЕОЛІТУ

Застосування цеолітів у хімічній інженерії та водоочищенні тільки набуває поширення. Цеоліти представляють собою алюмосилікати лужних та лужно-земельних металів. Кристалічна решітка цеолітів утворюється тетраедрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$ та $[\text{AlO}_4]^{5-}$, які сполучені вершинами у тримірний каркас з каналами. В каналах розміщені катіони металів (Ca, Na, K, Mg, Ba) та вода.

Основними небезпечними поллютантами, які спричиняють евтрофікацію водойм є сполук сполуки нітрогену і фосфору. Незважаючи заходи і методи, що застосовуються для очищення стічних вод, поллютанти продовжують

надходити до водних об'єктів. Із загальної кількості можливих технологічних рішень щодо поліпшення ступеню очищення стічних вод від біогенних елементів, найбільш перспективним вбачається використання цеоліту як сорбційного матеріалу [1].

Раніше нами встановлено, що застосування модифікованого цеоліту дозволяє в 1,5–2 рази підвищити ступінь очищення міських стічних вод від нітрат-аніонів (NO_3^-) у порівнянні з традиційним хіміко-біологічним методом та досягти ГДК [1].

Наступні дослідження проведено із застосуванням цеоліту для вилучення неорганічних фосфатів з міських стічних вод. Запатентовано спосіб протиточно-ступінчатої адсорбційної очистки стічних вод від неорганічних фосфатів та поверхнево-активних речовин, що включає переміщення протиточно стічних вод та адсорбенту і очистку стічних вод в області високих концентрацій забрудників у каскаді з трьох адсорберів з відстійниками, на виході з яких очищена вода надходить у замкнутий технологічний цикл водоспоживання, а відпрацьований адсорбент утилізують як добавку до добрив пролонгованої дії [1].

Ефективність вилучення фосфатів із використанням цеоліту витратою 30 кг/м^3 в області високих концентрацій $\approx 0,1 \text{ г/дм}^3$ складає 97,25 % і досягає рівня гранично допустимої концентрації по Україні, що становить $0,035 \text{ г/дм}^3$, а низька собівартість сорбенту, відсутність токсичності та простота утилізації у добрива пролонгованої дії, дозволяють широко застосовувати цеоліт в системах очищення стічних вод на підприємствах хімічної промисловості, а також у комунальному господарстві.

Цеоліт, завдяки своїй пористій структурі, тримає у ній зазначені фосфоромісні сполуки, завдяки чому вони засвоюються рослиною поступово, протягом усього вегетаційного періоду, частинки цеоліту здатні утримувати у собі поживні елементи добрив.

Мінеральні та орґано-мінеральні добрива, що містять у своєму складі цеоліт, мають високу міцність до стирання, низьку запиленість, екологічно безпечні, багаторічні та мають пролонговану дію і покращені агрохімічні властивості.

Компоненти з відпрацьованого цеоліту після вилучення сполук фосфору зі стічних вод можна використовувати як компонент складних мінеральних добрив.

Цікавими представляються ідеї отримання комплексних добрив на основі аміачної селітри, які являють собою водорозчинні трикомпонентні системи і містять близько 70 % NH_4NO_3 , 20 % калій та кальцій нітратів та 10 % відпрацьованого цеоліту після вилучення неорганічних фосфатів з міських стічних вод. Очікується, що дані добрива на основі аміачної селітри будуть містити три основних компоненти живлення рослин, зокрема нітроген, калій та кальцій і макроелемент – фосфор у водорозчинній формі. Добриво з добавками відпрацьованого цеоліту стійкі до терморозкладання з міцністю 2,5–5 кг/гранулу, що гарантує їх збереження при транспортуванні, зберіганні та використанні.

Список використаної літератури

1. Іванченко А.В., Карлаш В.І., Єлатонцев Д.О., Данельська А.С. Застосування кислотно-активованого цеоліту в технології очищення стічних вод від нітратів. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2018.№ 5. С. 13–17.
2. Патент України № 158220 Спосіб протиточно-ступінчатої адсорбційної очистки стічних вод від неорганічних фосфатів та поверхнево-активних речовин Іванченко А.В., Гуляєв В.М., Воронов В.В., Сокол О.Д.; власник Дніпровський державний технічний університет. № у 2024 03018; заявл. 07.06.2024, опубл. 09.01.2025, бюл. № 2.

*Попов О., кандидат технічних наук, доцент, Ліщина А., Хорунжася Б.
Донбаська національна академія будівництва і архітектури*

ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОБНИЦТВ ПО ПЕРЕРОБЦІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ШИН

В роботі проведена енергетична оцінка двох напрямів переробки відпрацьованих автомобільних шин: спалювання з метою отримання теплової енергії і піроліз.

Спалювання відпрацьованих шин з метою отримання теплової енергії серед існуючих варіантів утилізації є одним з найбільш поширених. При цьому використовуються дуже різноманітні технології і обладнання: спалювання з попереднім подрібненням; спалювання неподрібнених шин; спалювання в суміші з іншими видами твердого палива; спалювання в котельних агрегатах з кількома топками та інші. Вказані технології пройшли всі дозвільні процедури в розвинутих державах. Тому їх використання в Україні практично не потребує виконання суб'єктами господарювання додаткових вимог з точки зору існуючої системи забезпечення нормативного стану навколишнього середовища. Вибір конкретної технології спалювання інвестор здійснює після складання бізнес-плану. Одними з похідних даних для його розробки є енергетичні показники варіантів технологій.

Порівняння варіантів проведено по такому показнику як корисний запас енергії. Цей показник визначається як різниця між теплотворною спроможністю гуми та витратою енергії перед завантаженням гуми в топку паливоспалювального агрегату.

Для варіанту, де спалюються цілі шини це - витрати на транспортування; для спалювання подрібнених шин - транспортні витрати та витрати на подрібнення.

Витрати на транспортування визначались для 4-рьох варіантів транспортних засобів і 5-ти типорозмірів шин. Спочатку визначалась питома витрата палива, а далі питома витрата енергії по теплотворній спроможності палива.

Для цих же типорозмірів шин визначались енерговитрати на подрібнення.

Результати розрахунків для двох типорозмірів шин наведено в табл.1 і табл. 2.

Таблиця. 1 –Порівняльні показники енерговитрат для неподрібнених та подрібнених шин типорозміру 175/70 R13

Варіант технології	Корисний запас енергії при перевезенні на 1 км, кДж/кг	Корисний запас енергії при перевезенні на 10 км, кДж/кг	Корисний запас енергії при перевезенні на 100 км, кДж/кг	Корисний запас енергії при перевезенні на 1000 км, кДж/кг
Неподрібнені шини	25094	25040	24497	19070
Подрібнені шини	24650	24649	24613	24283

Таблиця. 2 – Порівняльні показники енерговитрат для неподрібнених та подрібнених шин типорозміру 1300/530 R503

Варіант технології	Корисний запас енергії при перевезенні на 1 км, кДж/кг	Корисний запас енергії при перевезенні на 10 км, кДж/кг	Корисний запас енергії при перевезенні на 100 км, кДж/кг	Корисний запас енергії при перевезенні на 1000 км, кДж/кг
Неподрібнені шини	25084	24941	23505	9150
Подрібнені шини	25053	25050	25017	24686

Наведені результати вказують на недоцільність транспортування неподрібнених шин на відстань більшу ніж 100 км..

При переробці відпрацьованих шин методом піролізу не менше ніж 45 відсотків хімічної енергії гуми витрачається на проведення самого процесу. Але в результаті отримуються продукти, які роблять виробництво рентабельним. Наприклад, дослідна установка, яка переробляла 3 тони відпрацьованих шин за добу давала прибуток за рахунок реалізації пічного палива.

Отримані в роботі результати можна використати для складання бізнес-планів по організації виробництв по переробці відпрацьованих шин.

Список використаної літератури

1. Risks of burning tires and tire recycling alternatives: Веб-сайт. URL: <https://gradeall.com> (дата звернення 04.05.2024)
2. Energy from Waste Power Plant PreZero Energy GmbH at Bernburg (PEB), Germany: Веб-сайт. URL: <https://www.standardkessel-baumgarte.com> (дата звернення 10.05.2024)
3. Leonid V, Osman G, Capitalization of tires waste as derived fuel for sustainable cement production. *Journal Science Direct. Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2023. Vol. 56. URL: <https://www.sciencedirect.com>
4. Методичні рекомендації з нормування витрат палива, електричної енергії, мастильних, інших експлуатаційних матеріалів автомобілями та технікою, ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2023
5. «Базові норми витрат» (доповнення до «Методичних рекомендацій з нормування витрат палива, електричної енергії, мастильних, інших експлуатаційних матеріалів автомобілями та технікою»), ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2023
6. Піролізна установка від Beston Group. Огляд установки безперервного піролізу: Веб-сайт. URL: <https://bestonmachinery.com/uk/pyrolysis-plant/continuous/> (дата звернення 06.06.2024)
7. Піролізна установка від Beston Group. Огляд малої піролізної установки : Веб-сайт. URL: <https://www.bestongroup.com/uk/small-pyrolysis-machine/> (дата звернення 06.06.2024)
8. Піролізна установка напівбезперервного типу від Beston Group: Веб-сайт. URL: <https://bestonmachinery.com/uk/pyrolysis-plant/semi-continuous/> (дата звернення 07.06.2024)

*Даник О.М., старший викладач, Дагіл В.Г., старший викладач,
Губар Е.В.*

Національний університет цивільного захисту України

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНОГО СКЛАДУ БУДІВЕЛЬНОГО СМІТТЯ ТА ВІДХОДІВ

Постановка проблеми. В Україні питання сертифікації будівельних матеріалів, особливо щодо їхньої екологічної безпеки та впливу на здоров'я людей, залишається проблемним. Тому виникає необхідність розробки комплексних, швидких, польових методів дослідження хімічного складу будівельних відходів та сміття перед проведення утилізації та переробки. Ці методи повинні бути спрямовані на визначення у складі будівельних відходів певних небезпечних речовин.

Мета роботи – аналіз можливих методів визначення вмісту небезпечних (токсичних) речовин у складі будівельних відходів та сміття.

Через бойові дії в Україні будівельне сміття сягає сотні тисяч тон. Перед проведенням процесів утилізації та переробки будівельного сміття виникає необхідність визначення його небезпечності для навколишнього середовища. Антипірени - це спеціальні хімічні речовини, які додаються до будівельних матеріалів для зменшення їх горючості та поширення вогню. До небезпечних (токсичних) антипіренів можна віднести хлористий парафін та трифенілфосфат. Саме ці речовини Європейське хімічне агентство (ЕСНА) у 2024 році додало до Списку кандидатів на речовини, що викликають дуже серйозне занепокоєння (SVHC). Визначення вмісту хлористого парафіну та трифенілфосфату у складі матеріалу зазвичай здійснюється аналітичними методами. Основним аналітичним методом, що може застосовуватись є хроматографія (газова хроматографія з мас-спектрометрією, рідинна хроматографія з мас-спектрометрією). Хроматографія - це гібридний метод, який одночасно поєднує розділення (сепарацію) суміші речовин та їх ідентифікацію або кількісне визначення. Визначення антипіренів у складі будівельних матеріалів також можливе за допомогою фотоколориметра, але лише для обмеженого кола антипіренів, і тільки за умови, що вони реагують із хімічним реагентом з утворенням забарвленої сполуки. Фотоколориметрія - це спектрофотометричний метод, що базується на вимірюванні інтенсивності поглинання світла розчином на певній довжині хвилі. Цей метод може застосовуватись до деяких антипіренів та має певні обмеження в порівнянні з хроматографічними методами. Саме для визначення у складі матеріалу такого небезпечного антипірену як трифенілфосфат можливе застосування фотоколориметрії та рідинної хроматографії.

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця

Критерій	Фотоколориметрія	Рідинна хроматографія
Чутливість	Низька–середня (мг/л)	Висока (до нг/л або нг/мг)
Необхідна підготовка проб	Мінімальна, але потрібна кольорова реакція	Помірна - екстракція, фільтрація
Час аналізу	~30–60 хв	~20–30 хв
Устаткування	Простий фотоколориметр	Складна і дорога система
Вартість аналізу	Низька	Висока

Проаналізувавши вище вказані методи, можна зробити висновки, що метод фотоколориметрії для визначення трифенілфосфата можна застосовувати для попереднього скринінгу або напівкількісного аналізу, для простих зразків. Рідинна хроматографія: для точного і кількісного визначення у складних матеріалах.

Висновок. Утилізація будівельного сміття, яке містить небезпечні (токсичні речовини), такі як трифенілфосфат, хлористий парафін, є важливою

екологічною та регуляторною проблемою. Міжнародний досвід утилізації будівельного сміття, що містить трифенілфосфат, зосереджується на основних аспектах: виявлення та класифікація відходів, як потенційно небезпечних через вміст токсичних антипіренів; безпечна переробка або знешкодження таких відходів відповідно до екологічних норм. Як приклад у Канаді застосовується хімічна ідентифікація в будівельних відходах та заборона відкритого спалювання. В Україні чітка нормативна база саме для антипіренів у будівельних відходах наразі не сформована.

Список використаної літератури

1. Контроль забруднення довкілля: Навчальний посібник / О. М. Величко, Д. В. Зеркалов. – К.: Основа, 2008. – 426 с.
2. Матеріалознавство та технологія матеріалів: підручник для здобувачів професійної освіти / А.М. Власенко. – К.: Літера ЛТД, 2019. – 224с.
3. <https://echa.europa.eu/>

*Максимів М., аспірант
Національний лісотехнічний університет України*

ДО ПИТАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КАСКАДНОГО УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА ЗАВЕРШАЛЬНОМУ ЕТАПІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ДЕРЕВИНИ В КРУГОВІЙ ЕКОНОМІЦІ

Стале використання деревних ресурсів, за оцінками вчених, найефективніше, якщо використовувати технології оброблення деревини у виробах, розрахунковий термін експлуатації яких відповідає або перевищує період ротації деревини. Такий підхід забезпечує «лісозаготівлю зі сталим доходом». З метою подовження терміну служби Європейський парламент [4] затвердив принцип каскадного використання деревини, який передбачає використання деревини в такому порядку: продукція на основі деревини, повторне використання, перероблення, біоенергетика, утилізація.

Директива Європейського Парламенту і Ради 2008/98/ЄС про відходи містить зобов'язання «вживати заходів з метою просування селективного демонтажу, щоб уможливити вилучення та безпечне поводження з небезпечними речовинами і по-легшити повторне використання та високоякісній рециклінг шляхом селективного вилучення матеріалів, а також щоб забезпечити створення сортувальних систем для відходів будівництва і знесення, принаймні для деревини ...» [2].

Закон України «Про управління відходами» (стаття 13) зобов'язує суб'єктів господарювання, що здійснюють будівництво або знесення будівель та інженерних споруд, забезпечити роздільне збирання відходів будівництва та знесення, їх облік та передачу суб'єктам господарювання у сфері управління відходами для забезпе-чення їх оброблення. Відходи будівництва

та знесення, що не є небезпечними, підлягають підготовці до повторного використання, рециклінгу, іншому матеріальному відновленню, включаючи зворотне заповнення» [1].

Керуючись згаданим принципом, деревні ресурси доцільно використовувати для виготовлення будівельних виробів з огляду на їх тривалий термін експлуатації (>30 років, навіть понад 100 років). Будівельна деревина після використання в попередніх будівельних проєктах цілком придатна для повторного використання у вигляді деревнопластикових композитів, деревоволокнистих плит, її переробляють також на целюлозу і паливо в кінці терміну служби. Паливна деревина є продуктом одноразового використання з дуже коротким терміном служби, Папір і пакувальна продукція також мають короткий термін служби.

Використання деревини як будівельного матеріалу для житлових будинків добре відоме в багатьох частинах Європи та світу. Приблизно 20 % нових будинків у Сполученому Королівстві і до 70 % у Шотландії, до прикладу, є дерев'яними [6].

Особливо актуальним є забезпечення раціонального використання відходів будівництва внаслідок знесення. Загалом будівлі рідко зносять через деградацію їх основної конструкції, незалежно від того, з якого будівельного матеріалу вони збудовані. До прикладу, з 227 будівель, знесених у Міннесоті, лише 8 було знесено через проблему з конструкційним матеріалом. З 27 дерев'яних будівель віком понад 100 років жодну не було знесено через проблеми з будівельним матеріалом [6]. В Україні відбувається не планове знесення, а руйнування будівель через російську військову агресію. Для відновлення будівель зростатиме потреба в технологіях, за допомогою яких можна ефективно відділяти деревину від інших видів відходів.

За каскадним принципом сценарій кінця життєвого циклу деревини подібний до ієрархії управління відходами, викладеної в Рамковій директиві ЄС про відходи. Розрізняють три основні способи поводження з деревиною після однієї одиниці обслуговування: повторне використання, спалювання або захоронення на полігоні.

Відповідно до принципу «підготування до повторного використання» згідно Рамкової директиви про відходи, розробників виробів з деревини заохочують до врахування можливості легкого розбирання та повторного використання; тоді перероблену деревину можна буде розглядатися більше як ресурс, аніж як відходи.

Якщо перероблення неможливе, продукцію, а також відходи деревини можна використати для виробництва енергії за допомогою технології прямого спалювання або перетворення на газоподібне чи рідке паливо перед спалюванням. Чисті деревні відходи, що не забруднені шкідливими речовинами, дозволяється спалювати на звичайних електростанціях або в приватних печах; забруднену деревину, таку як оброблена деревина, пофарбована деревина або деревостружкові плити, що містять клей (наприклад, формальдегідний клей) використовують для виробництва енергії

на спеціальних станціях, обладнаних відповідними установками для спалювання.

Окрім використання деревних відходів для відновлення енергії, частину деревини використовують безпосередньо як паливо для цілей енергопостачання. Роль деревного палива в енергетичній системі ЄС посилюється. З 2009 по 2013 рр виробництво деревного палива в Європі зросло на 20 %, хоча глобальний приріст склав 2 % [6]. З огляду на політику децентралізації енергетичної інфраструктури України з метою енергетичного забезпечення держави розроблення ефективних технологій прямого спалювання деревини для обігріву і приготування їжі дасть змогу забезпечити жителів, зокрема, сільської місцевості, надійним, доступним і відносно недорогим джерелом енергії.

Захоронення є найнесприятливішим сценарієм завершення життєвого циклу. Цей підхід не дозволяє відновити енергію з деревної продукції і вимагає витрат на утилізацію відходів на полігоні. Однак перероблені деревні відходи, що містять небезпечні компоненти, та попіл, що утворюється під час спалювання деревини, підлягають захороненню. В Україні обмеження на захоронення деревних відходів на полігонах наразі немає. Однак уряди багатьох країн (наприклад, Швеції, Австрії, Німеччини) заборонили захоронення деревних відходів на полігонах. Мета полягає не лише в тому, щоб зменшити залежність від захоронення відходів, а й у тому, щоб заохочувати відновлення енергії (шляхом спалювання - хоча навіть воно може бути обмежене чи оподатковане), і заохочувати відновлення та перероблення матеріалів, що ще більше подовжить термін служби деревини

Національний план управління відходами до 2033 р. містить ціль зменшити частку захоронення біовідходів на 10 % до 2030-го і до 15 % до 2033 р. Для цього пропонують встановлювати на полігонах сортувальні лінії, щоб відокремлювати органіку від загальної маси побутових відходів [3].

Запровадження сучасних технологій перероблення й утилізації виробів з деревини і деревних відходів сприятиме збереженню лісових ресурсів, запобіганню утворенню й нагромадженню відходів на полігонах на основі реалізації принципів каскадного управління відходами в круговій (циркулярній) економіці.

Список використаної літератури

1. Закон України «Про управління відходами», 2023. / Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, № 17, ст.75).
2. Директива Європейського Парламенту і Ради 2008/98/єс від 19 листопада 2008 року про відходи та про скасування деяких директив. - https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text
3. Національний план управління відходами до 2033 року, затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2024 р.
4. Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation

(EU) 2018/ 1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652. - <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/eng>

5. FAO. 2013 global forest products facts and figures. Technical report, Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2013.

6. Ramage, M. H., Burrige, H., Busse-Wicher, M. et.al. 2017. The wood from the trees: The use of timber in construction, / Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 68, Part 1. – P. 333-359. - <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.107>

*Барна І., кандидат географічних наук, доцент кафедри геоекології та гідрології
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка*

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ МІНІГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ

Науково-технічний прогрес людства, перебуваючи у прямій залежності від електроенергетики, провокує екологічні проблеми, оскільки базується на використанні традиційних джерел енергії, дві третини яких є джерелами емісій парникових газів внаслідок спалювання викопного палива [1]. На тлі вичерпності паливних ресурсів, генерування електроенергії традиційним способом видається сумнівною технологією, вразливість якої стала очевидною ще й в умовах повномасштабного російського вторгнення. На спільній нараді представників Міненерго та членів Ради експертів з питань енергетичної безпеки РНБО України (11.08.2023р.) сторони обговорили спільні дії у прискоренні розвитку розподіленої генерації. На основі диверсифікації джерел енергопостачання, формування системи

розподіленої генерації, у тому числі за рахунок будівництва мінігідроелектростанцій (МГЕС), досягається не лише забезпечення енергонезалежності держави, але й через декарбонізацію, зменшення екологічної цінності електроенергії [2] – зменшення негативного впливу на довкілля. Дослідження проведені іспанською асоціацією відновлюваної енергетики показали, що виробництво 1 кВт·год. електроенергії малими ГЕС в цілому в 31 раз більш екологічно «чисте», ніж 1 кВт·год. електроенергії вироблене на ТЕС [3].

Основними перевагами МГЕС також є: можливість швидкого освоєння наявних гідроенергетичних ресурсів, залучення інвестицій приватного бізнесу, швидка окупність затрат (не більше 5 років), поновлюваність водних ресурсів, економія/ заміщення дефіцитних паливних ресурсів, простота і надійність виробництва екологічно чистої електроенергії, висока технологічність виробництва електроенергії, автоматизація виробничих

процесів з мінімальними операційними затратами (виключається постійна присутність обслуговуючого персоналу), близькість до споживачів, невисока собівартість виробництва електроенергії, висока соціальна значимість об'єкту електрогенерації для місцевої громади.

З огляду на можливість будівництва як руслових, так і дериваційних МГЕС, основними технічними рішеннями, які детермінують вплив на довкілля, у т.ч. водні ресурси території, можуть бути: будівництво водоутримуючих дамб, будівництво підпірної споруди з рибоходом, будівництво кріплення берега (до прикладу шпунтами Ларсена та ін.). Причому згадані технічні та конструкційні рішення, зокрема в частині створення і функціонування верхнього б'єфу (водойми) МГЕС, повинні унеможливити затоплення і підтоплення суміжних територій. Завдяки будівництву водоутримуючих дамб та укріплення берегів вдається уникнути затоплення площ орної землі.

У випадку демонтажу обладнання МГЕС водоутримуючі дамби та кріплення берегів продовжать виконувати позитивні функції унеможливлення / зменшення виносу з поверхневим стоком органічних та мінеральних речовин, застосовуваних на с/у угіддях на берегах, замулення річища, що в підсумку позитивно впливатиме на рівень біогенних речовин у воді, хіміко-біологічні параметри води як середовища існування гідробіонтів. Перелічені чинники є непоодинокими, оскільки прибережні захисні смуги всупереч нормам чинного законодавства мають вигляд, представлений на рис. 1.



Рисунок 1 – Вигляд прибережної ділянки в межах відповідного каналу

Мінімізації негативного впливу на гідробіонтів та водний режим річки сприяє проектування / виконання підпірної споруди з великогабаритного каменю, а також кріплення та горизонтальне вирівнювання берегів без зміни берегової лінії русла річки, яке після проходження експертизи погоджується з органами місцевого самоврядування.

Здебільшого у проєктах МГЕС передбачено, що до будівлі МГЕС примикає залізобетонна частина відповідного каналу. На цій ділянці

відбувається гасіння водної енергії. Далі канал може виконуватись з використанням габіонних конструкцій та матраців «Рено» в береговій зоні. Скидання поверхневого стоку з майданчика МГЕС забезпечується за рахунок організації рельєфу.

Позитивний екологічний ефект при будівництві МГЕС досягається і завдяки встановленню перед водозабором споруди МГЕС сміттеутримуючих решіток з відповідним кроком ламелей та решітка утримання великогабаритного сміття, які попереджають проникнення разом з потоком води сміття та великої риби в турбіни (рис. 2).

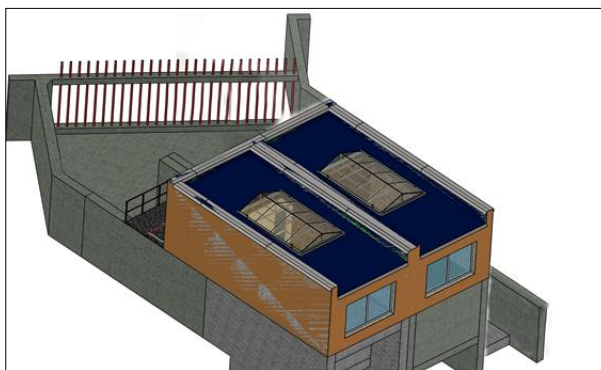


Рисунок 2 – Фрагмент креслення з сміттеутримуючими решітками

Реалізувати задекларовані низькі рівні чи обсяги впливу на водні об'єкти, їхній режим та життєві цикли гідробіонтів можливо за умови обрання оптимальної гідротурбіни. З огляду на регіональні прояви кліматичних змін, зокрема у частині характеру і кількості випадання опадів, типу живлення річки, перспективним видається використання турбін типу *Kaplan* з мінімальним напором і з двійним регулюванням, які мають компактну конструкцію, їх влаштування передбачає мінімум земляних та будівельних робіт, простий догляд, тривалий термін служби та високий ККД у всьому робочому діапазоні (20%-100% проектною витрати) і, що особливо актуально, може задовольнити вимоги будь-яких гребель з низьким напором і руслових електростанцій.

Після гідроагрегату через відвідний канал вода повертається до русла фактично без зміни гідрохімічних показників, за винятком більшої насиченості води киснем.

Підвищені концентрації кисню сприяють самоочищенню водного середовища і, відповідно, посиленню стійкості до забруднення. Для переважної більшості водних мешканців кисень є найважливішим з розчинених у воді газів. Зниження його вмісту нижче критичних значень одразу призводить до їх загибелі. Насичення річкової води O_2 сприяє природньому самовідновленню водних екосистем, а також за даними Державного агентства рибного господарства, підвищення вмісту розчиненого кисню до 100% від нормального при певній температурі створює

сприятливі умови не тільки для розвитку риб, а й набору ними ваги, що можна розглядати як стратегію зростання популяції риб.

Наслідки зміни навколишнього середовища з боку МГЕС надзвичайно різноманітні й проявляються у вигляді як позитивних, так і негативних процесів, що мають різні масштаби, характер і тривалість прояву, зокрема, внаслідок влаштування водосховища у верхньому б'єфі. Варто зауважити, що відповідно до Водного кодексу України (розділ 1, глава 1, стаття 1), водосховище – штучна водойма місткістю більше 1 млн. кубічних метрів, збудована для створення запасу води та регулювання стоку [4], у випадку МГЕС більш виправданим є термін не «водосховище ГЕС», а « водойма ГЕС». Вплив водойми/водосховища МГЕС на навколишнє середовище не можна розглядати у відриві від загальної проблеми впливу енергетики на біосферу і від глобальної проблеми охорони навколишнього середовища [5].

Список використаної літератури

1. Барна І. ОВД як механізм забезпечення екологічної безпеки. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія*. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2019. № 1 (Вип. 46). С. 215-224.
2. ЗУ «Про альтернативні джерела енергії». URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (дата звернення 01.05.2025р.).
3. Мала гідроенергетика України. Технологічні особливості малих ГЕС. Том II / В. Вовчак, О. Тесленко, О. Самченко, за ред. С. Єрмілова. К., 2018. 145 с.
4. Водний кодекс України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 01.05.2025р.).
5. Гідроенергетика /уклад.: В.І. Будько, П.Ф. Васько, С.Т. Пазич. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 205 с.

Рижов Г.О., Балашев Ю.С., Дідковський Є.В.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

АНАЛІЗ РИЗИКІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ БУРОВИМИ ШЛАМАМИ

Буріння свердловин у нафтогазовій промисловості є невід'ємним процесом для видобутку енергетичних ресурсів. Однак, утворення значних обсягів бурових шламів, що є відходами буріння, становить серйозну загрозу для навколишнього середовища. Неналежне поводження з буровими шламами може призвести до забруднення ґрунтів, водних ресурсів, атмосферного повітря та негативно вплинути на екосистеми та здоров'я людини [1]. Тому, аналіз ризиків, пов'язаних із забрудненням буровими шламами, є актуальною та важливою задачею для забезпечення екологічної безпеки.

Основними джерелами забруднення, пов'язаними з буровими шламами, є:

- викиди під час буріння: неконтрольовані витіки бурового розчину та шламів на поверхню землі або у водні об'єкти.
- неналежне зберігання та транспортування: витік або розлив шламів під час зберігання у накопичувачах, транспортування або перевантаження.
- неконтрольоване захоронення: несанкціоноване захоронення бурових шламів на полігонах, у ґрунт або водні об'єкти.
- використання в несанкціонованих цілях: застосування бурових шламів у будівництві доріг, засипанні ям або інших цілях без належної обробки.

Склад бурових шламів може варіюватися залежно від геологічних умов, типу бурового розчину та технології буріння. Основними компонентами бурових шламів представлено на рисунку 1.

Подрібнена гірська порода - частинки глини, піску, вапняку та інших порід	Буровий розчин - вода, глина, хімічні реагенти (полімери, поверхнево-активні речовини, солі, луги, важкі метали)	Нафтопродукти - залишки мастильних матеріалів, дизельного палива та інших нафтопродуктів	Радіонукліди - природні радіонукліди, що містяться в гірських породах
---	--	--	---

Рисунок 1 – Складники бурових шламів

Забруднюючі речовини, що містяться в бурових шламах, можуть мігрувати у навколишньому середовищі різними шляхами, які представлено на рисунку 2.

Забруднення ґрунтів	Забруднення водних ресурсів	Забруднення атмосферного повітря
---------------------	-----------------------------	----------------------------------

Рисунок 2 – Шляхи міграції та потенційні наслідки забруднення

Витік або розлив шламів на поверхню землі призводить до забруднення ґрунтів важкими металами, нафтопродуктами, солями та іншими токсичними речовинами. Це може призвести до зміни фізико-хімічних властивостей ґрунтів, пригнічення росту рослин, забруднення сільськогосподарської продукції та порушення ґрунтових екосистем [2].

Витік шламів у водні об'єкти (річки, озера, підземні води) призводить до їх забруднення завислими речовинами, нафтопродуктами, важкими металами та іншими забруднювачами. Це може призвести до погіршення якості води, порушення водних екосистем, загибелі водних організмів та обмеження використання водних ресурсів для питних та господарських потреб [3].

Випаровування летких органічних сполук та розпилення частинок шламів вітром призводить до забруднення атмосферного повітря. Це може

призвести до погіршення якості повітря, утворення неприємних запахів, респіраторних захворювань та інших негативних наслідків для здоров'я людини.

Потенційні негативні наслідки забруднення буровими шламами включають [4]:

1. Екологічні наслідки. Порушення екосистем, зменшення біорізноманіття, загибель рослин та тварин, деградація ґрунтів та водних ресурсів.

2. Наслідки для здоров'я людини. Захворювання дихальної системи, шкірні захворювання, отруєння важкими металами та іншими токсичними речовинами, канцерогенні ризики.

3. Економічні наслідки. Зниження продуктивності сільського господарства, витрати на очищення забруднених територій та водних об'єктів, втрати рекреаційних ресурсів.

4. Соціальні наслідки. Конфлікти з місцевим населенням, погіршення якості життя, міграція населення з забруднених територій.

Оцінка ризиків, пов'язаних із забрудненням буровими шламами, включає декілька етапів (рисунок 3).

<p>Етап 1. Ідентифікація небезпек. Визначення потенційних джерел забруднення та забруднюючих речовин.</p>	<p>Етап 2. Оцінка експозиції: Визначення шляхів міграції забруднюючих речовин та потенційних об'єктів впливу (люди, екосистеми).</p>	<p>Етап 3. Оцінка токсичності: Визначення потенційних негативних наслідків забруднення для об'єктів впливу.</p>	<p>Етап 4. Характеристика ризику: Визначення ймовірності виникнення негативних наслідків та їхньої серйозності.</p>
--	---	--	--

Рисунок 3 – Етапи оцінки ризиків

Результати оцінки ризиків дозволяють визначити пріоритетні заходи для запобігання та мінімізації негативного впливу бурових шламів на навколишнє середовище та здоров'я людини.

Для мінімізації ризиків, пов'язаних із забрудненням буровими шламами, необхідно (рисунок 4):

<p>Забезпечення належного поводження з буровими шламами: 1. Збір та тимчасове зберігання шламів у герметичних контейнерах або спеціально обладнаних накопичувачах.</p>	<p>Впровадження екологічно безпечних технологій буріння: 1. Використання бурових розчинів з низькою токсичністю. 2. Мінімізація обсягів утворення бурових шламів.</p>	<p>Посилення державного контролю: 1. Забезпечення дотримання природоохоронного законодавства. 2. Проведення моніторингу якості навколишнього середовища.</p>	<p>Підвищення екологічної свідомості: 1. Проведення інформаційних кампаній. 2. Навчання персоналу, зайнятого у нафтогазовій промисловості.</p>
---	--	---	---

<p>2. Транспортування шламів у спеціалізованому транспорті, що виключає витік або розлив.</p> <p>3. Обробка та утилізація шламів з використанням екологічно безпечних технологій (термічна обробка, біологічна обробка, захоронення на спеціалізованих полігонах).</p> <p>4. Рекультивация забруднених територій.</p>	<p>3. Повторне використання бурових розчинів.</p>	<p>3. Застосування санкцій до порушників.</p>	<p>3. Залучення громадськості до контролю за дотриманням екологічних вимог.</p>
---	---	---	---

Рисунок 4 – Заходи для мінімізації ризиків

Аналіз ризиків дозволяє визначити потенційні негативні наслідки та розробити ефективні заходи для їх мінімізації. Забезпечення належного поведіння з буровими шламами, впровадження екологічно безпечних технологій буріння, посилення державного контролю та підвищення екологічної свідомості є ключовими факторами для забезпечення екологічної безпеки у нафтогазовій промисловості.

Список використаної літератури

1. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25.06.1991 № 1264-ХІІ. (дата звернення: 05.05.2025).
2. Державні санітарні норми і правила "Гігієнічні вимоги до ґрунтів, що зазнали забруднення хімічними речовинами" ДСанПіН 2.1.7-078-98. URL: (дата звернення: 05.05.2025).
3. ДСТУ 4487:2005. Якість води. Вимоги до якості води поверхневих джерел. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 23 с.
4. Основи екологічної безпеки: навч. посіб. / В. Г. Царинний, О. В. Радик, В. В. Царинний, О. О. Радик. Львів: Магнолія 2006, 2011. 408 с.
5. International Association of Oil & Gas Producers (IOGP). Environmental aspects of drilling operations. Report No. 391. London: IOGP, 2007. 102 p. URL: (дата звернення: 05.05.2025).

Секція 3. Ресурсозбереження

*Трегубов Д., кандидат технічних наук, Мазуров В.
Національний університет цивільного захисту України, Черкаси,
Україна*

ДРІБНОІМПУЛЬСНЕ МОКРЕ ГАСІННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОКСУ ЯК БІЛЬШ ЕКОЛОГІЧНА ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ

Одними з найбільших забруднювачів довкілля в Україні є металургійні комбінати та коксохімічне виробництво у їх складі. Кокс отримують шляхом нагріву шихти з вугілля та з температурою близько 1000 °С виштовхують з печі на повітря, де він починає горіти, що потребує технологічного гасіння мокрим або сухим способом [1, 2]. За мокрим способом кокс охолоджують розбавленою стічною водою до 250 °С із завершенням процесу на рампі [2]. Використання для гасіння фенольних зливів, очищених від смол, зменшує їх обсяг на 30 %. Зрошування проводять 90 с з відстоюванням гасильного вагону 100 с. Якщо видача коксу – 13 т, то на гасіння йде 65 м³ води, з яких 7 м³ – переходить у парову хмару, частина якої випадає дощем. Усереднена температура зливу становить близько 45 °С. При цьому має місце розтріскування, зниження міцності та збільшення адсорбованої вологи куска (1 % по масі), витрати тепла на нагрів цієї вологи у доменній технології, втрата тепла коксування та технічної води, корозія конструкцій, забруднення повітря компонентами стічних вод та сполуками, що синтезуються під час мокрого гасіння. Брудна парова хмара мокрого гасіння може поширюватися на багато кілометрів.

Якщо склад води для гасіння [1, 2], г/л: сульфати – 8,8; летучий аміак – 0,34, зв'язаний – 2,6; хлориди (за Cl) – 4,4; роданіди – 1,2; ціаніди – 0,2, феноли – 0,8; то після гасіння: летучий аміак – 0,07, фенолів – 0,13, H₂S – знижується у 10 разів. Поки кокс розжарений розкладається до 60 % фенолів, до 5 % переходить злив, до 35 % – забруднює повітря; а на стадії завершення гасіння – 10 % / 40 % / 50 %. Вміст домішок у воді для гасіння обмежують, мг/л: смоли та масла – 100, феноли – 150, роданіди – 100, сірководень – 10, відсутність смол, лугів і солей хлорвмісних кислот. За використання стоку після біохімічного очищення склад води наступний, мг/л: феноли – 5, аміак – 82, HCN – 4, H₂S – 8.

Сухе гасіння охолоджує кокс негорючим газом, що запобігає горінню й утилізує тепло коксу [1]. Але окупність технології – 8 років, на заводі залишають установку мокрого гасіння на час ревізії котла-утилізатора,

очищенню підлягають більші обсяги більш забруднених зливів, негорючий газ формують з повітря шляхом продувки крізь гарячий кокс з втратою 3 % його маси, атмосферу забруднює коксовий пил і парникові гази, кокс містить пірогенетичну вологу, що залишає потребу у рампі.

Перспективні завдання для покращення мокрого гасіння коксу наступні: зменшити поширення пароповітряної хмари, викиди в атмосферу, вологість та сернистість коксу, витрати та втрати технічної води, час на відстоювання після гасіння, забезпечити рекуперацію тепла коксу, зберегти міцність кусків.

Технологію мокрого гасіння за механізмом впливу на домішки води можна класифікувати як термохімічну [3]. Спираємось на факт, що вміст HCN, H₂S та SO₂ у парах гасіння стічною та технічною водою є близьким. Малий вміст продуктів розкладання та повного окиснення свідчить про переважний контакт води зі значно остиглим коксом та не ефективне використання розжареної поверхні для деструкції домішок води. Так, вміст роданідів зливі після гасіння зріс, хоча температура їх розкладання – близько 250 °С, то температура коксу більший час контакту була меншою за 250 °С. На розжареній поверхні коксу може йти розкладання деяких сполук, парогазове та слабе рідкофазне окиснення, утворення синтез-газу.

За максимальних температур коксу від 1050 до 700 °С на поверхні кусків може утворюватися синтез-газ: CO – 44%, N₂– 6%, CO₂– 5%, H₂– 45%, CH₄, CS₂, H₂S. Основна реакція: C + H₂O = H₂ + CO – 132 кДж/моль, вторинна: CO+H₂O = CO₂ +H₂. За наявності перегрітої пари синтез-газ формується з 500 °С, а активно – з 650 °С. За реакції 1 молю пари H₂O з поверхнею куска коксу утворюється 2 моля продуктів реакції, що достатньо для роботи турбіни з видобутком електроенергії.

За температур 350–600 °С водень синтез-газу може взаємодіяти з сіркою коксу: H₂ + S = H₂S↑. Можлива реакція сульфідів з водою: Na₂S + H₂O = H₂S + NaOH. Алкани за нагріву реагують з сіркою з утворенням H₂S + C, який потрапляє у шлам та уноситься з парами води. За t ≈ 1000 °С йде реакція: 2S + C = CS₂. SO₂ може виділятися при окисненні сульфідів заліза (продукт корозії заліза під дією H₂S) на повітрі за температур до 800 °С: 4FeS₂+ 11O₂= 2Fe₂O₃ + 8SO₂; та шляхом високотемпературного окиснення: S + O₂ = SO₂.

HCN може бути наслідком рідкофазного окиснення роданідів, але відомо, що ця сполука утворюється й при гасінні чистою водою, а вміст роданідів у зливі після гасіння зростає. Тобто, HCN є результатом взаємодії розжареного карбону з синтез-газом, наприклад, як реакція NH₃ з CH₄ на повітрі на платиновому каталізаторі: NH₃ +CH₄+1,5O₂= HCN+3H₂O; або без повітря за t > 1050 °С: NH₃+CH₄=HCN +3H₂. Роданіди здатні до термодеструкції за t > 250 °С KSCN повільно розкладається KSCN→C₂N₂ + K₂S, ціан дещо менш токсичний ніж HCN та ціаніди:. Ціан може згоряти ціан з утворенням не токсичних продуктів: C₂N₂ + O₂ = 2CO₂ + N₂. Розкладання NH₄SCN починається з 170 °С, NaSCN – з 307 °С.

Парогазове окиснення фенолів потребує t > 800 °С, але за на каталізаторах я температура знижується до 350 °С: C₆H₅OH + 14H₂O = 3H₂O + 6CO₂ + 14H₂. Низькотемпературна реакція фенолів з киснем йде за схемою [4]:

гідроксилування, утворення хінонів, карбонових оксіхінонів, гумінових кислот, пероксидів, CO_2 і H_2O .

Протікання багатьох з цих реакцій потребує високих температур. За умов мокрого гасіння їх можна забезпечити сповільненням остигання поверхні куска коксу. Замість подавання води в 1 стадію застосовують 2 стадії: спочатку стічну, а з інтервалом 40 с технічну без змін установки гасіння [2]: зростає міцність куска, меншає вміст сірки та вихід шламу. На гасіння 630 кг коксу йде 950 л води, з них стічної 160 л, а 320 л випаровує (33 %). Злив після гасіння містить 3 % залишкових фенолів та 6 % сполук аміаку. Рівномірність охолодження куска надає імпульсна система з часом подавання води 27 с на 1 хв. гасіння [2]. Для гасіння за 2,5 хв. схема «подача-пауза» наступна, с: 20-15, 16-15, 16-17, 16-25, 10-30 (подача води 78 с). Інтенсивність остигання поверхні коксу за гасіння в 1 стадію значно більша, ніж в імпульсному режимі, хоча для середини куска залежність близька. Але дані системи гасіння не враховують режими деструкції домішок стічної води.

Для охолодження лише поверхні достатньо імпульсу подавання води 2 с, при цьому більша частина води випаровує, вода не просочує кокс, меншає кількість тріщин та їх глибина (пара води не розриває структуру), менше поглинається волога, поглиблюється руйнування фенолів, зменшуються крапельні опади.

Пауза між імпульсами подавання води має бути достатньою для запобігання парою вигорання поверхні коксу як флегматизація горіння [5, 6]. Тоді можна розробити режим охолодження коксу без утворення стоку. При цьому час гасіння істотно не зростає, а витрата води зменшиться. Крім того, водяна пара теж має охолоджуючу здатність за рахунок теплоємності. Пропонуємо змінити схему «подача-пауза». Врахуємо, що горіння коксу можливе коли t поверхні >500 °C [7].

Для повної реалізації охолоджувальної здатності вода має пройти 3 стадії [5, 8]: поглинання тепла рідким та паровим станом, витрати на випаровування. Під час гасіння пожеж водою 1-а стадія поглинає 10 % тепла, 2-а (випаровування) – 50 %, 3-я – 40 %. Якщо під час гасіння коксу середня температура стоку – 45 °C, а пара встигає нагрітися до 300 °C, то 1 кг води поглинає 390 кДж/кг, з яких лише 95 кДж/кг надає вода, що протікла (90 % від поданого обсягу), іншу частину забезпечує вода, що перейшла у пару – 68 % ефективності. Теоретичний відбір тепла водою під час мокрого гасіння – 2988 кДж/кг, тоді 390 кДж/кг – це лише 13 % ефективності. Тому мокре гасіння необхідно організувати так, щоб більша кількість води випарувалася. Це зменшує витрату води та час її подавання у 7,5 рази. Якщо час гасіння в 1 стадію – 120 с, то час імпульсного гасіння без тепловтрат буде 16 с, з втратами – 30 с.

Для охолодження поверхні куска коксу достатній час подачі води – 2 с; до 10 с вирівнюється t поверхні відносно середини куска, зберігається флегматизуюча умова, а пара гріється до t поверхні. Для цих умов у всьому вагоні необхідно збільшити час подачі води або подавати воду й на середні та нижні його рівні. За перші 2 с гасіння t поверхні коксу падає з 950 °C на 25 °C. Тоді

імпульси «подавання води-пауза» наступні, с: 2-5, 2-6, 2-7, 1-8, 1-9, 1-10, 1-11, 1-12, 1-13, 1-14, 1-15. На 1 хв. можна подавати концентровану стічну воду, на 2 хв. – розбавлену, потім – технічну. За 1 хв. подавання води складе 9 с, на 2 хв. – 4 с, що забезпечує рівномірне охолодження куска без термічних та парових напружень з ліквідацією стоку. За 2 хв. поверхня коксу охолоджується до 450 °С, що забезпечує відсутність горіння, але є можливість самозаймання у купі [5, 8]. На 3 хв. температура коксу не забезпечує руйнування усіх домішок, тоді імпульсне гасіння продовжують як 6 циклів «подача-пауза» 1–15, с (разом 96 с). Загальний час гасіння – 219 с (3,65 хв.), а подавання води – 19 с, усувається потреба відстоювання гасильного вагону. 1-стадійне гасіння з відстоюванням займає близький час – 190 с (3,2 хв.). Надалі кокс скидають на рампу для завершення охолодження, контролю самозаймання, досушування.

Таким чином, розроблена схема імпульсного мокрого гасіння коксу є більш ефективною за багатьма техніко-екологічними параметрами, досягнуто: більшу глибину деструкції домішок стічної води під час гасіння, менші напруження у куску з отриманням більш міцного, менш вологого та з меншим вмістом сірки коксу, менші витрати води й утворення шламу, менше забруднення атмосфери, можливість отримання енергетичного ефекту з використанням тепла коксу і теплоти згоряння синтез-газу, що утворюється на першій стадії запропонованого режиму гасіння.

Список використаної літератури

1. Мирошніченко І.В., Фатенко С.В., Мірошніченко Д.В., Шульга І.В. Розширення сировинної бази коксування та поліпшення властивостей коксу як доменного палива: монографія. Харків–Тернопіль: Крок, 2022. 254 с.
2. Zolotarev I.V., Toryanik E.I., Zhuravskii A.A. Improvement technology of wet quenching of coke (theory and practice). *Coke and chemistry*. 2010. № 8. P. 16–24.
3. Трегубов Д.Г. Деструкція хімічних сполук стічних вод процесу коксування вугілля: дис... канд. техн. наук, 05.17.07 / УДНДІ «УХІН», Харків, 2000. 220 с.
4. Maffei L., Pelucchi M., Faravellia T., Cavallotti C. Theoretical study of sensitive reactions in phenol decomposition. *Reaction Chemistry & Eng.* 2020. №3. P. 452–472.
5. Трегубов Д.Г. та ін. Фізико-хімічні основи розвитку та гасіння пожеж горючих рідин. Харків: НУЦЗ України, 2024. 216 с.
6. Трегубов Д.Г., Тарахно О.В., Шаршанов А.Я. Прогноз ефективності флегматизації горючих систем кисневмісними сумішами. *Проблеми пожежної безпеки*. 2015. №37. С. 228–234. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3196>
7. Трегубов Д.Г., Тарахно О.В., Жернокльов К.В. Оцінка схильності матеріалів до самозаймання за їх реакційною здатністю. *ППБ*. 2016. №40. С. 195–200.
8. Трегубов Д.Г., Мінська Н.В., Гапон Ю.К., Тарахно О.В. Теорія процесів горіння, вибуху та пожежогасіння. Харків: НУЦЗ України, 2024. 422с.

Старжинський П., Прокопенко І., Жукова О., кандидат технічних наук.

Київський національний університет будівництва і архітектури

ГЛОБАЛЬНА ПРОБЛЕМА ВИНИКНЕННЯ ДЕФІЦИТУ ПРІСНОЇ ВОДИ

Проблема раціонального використання прісної води стає все більш актуальною, адже Україна відноситься до держав з низькою водозабезпеченістю. Забезпечення відповідного екологічного стану водно-ресурсного потенціалу є актуальним для всіх областей. Це пов'язано з нерівномірністю розподілення водних ресурсів та військовими діями, що призводить до виникнення суттєвого дефіциту.

За останні 100 років загальне водокористування зросло у 4,5 рази: з 885 км³ (1920 р.) до 4000 км³ у 2020 р. (80 % – поверхневі води, 20 % – підземні). Кількість населення зросла у 4,2 рази: з 1,86 млрд осіб (1920 р.) до 7,8 млрд (2020 р.).

Загальний об'єм річкового стоку (відновних водних ресурсів) становить близько 42780 км³/рік. Об'єми річкового стоку розподілені на поверхні планетинерівномірно: Азія (32 %), Південна Америка (28 %), Північна Америка (18 %), Африка (9 %), Європа (7 %), Австралія і Океанія (6 %). Але якщо розглядати цей показник на 1 людину, то враховуючи значну кількість населення в Азії, картина дещо змінюється [2].

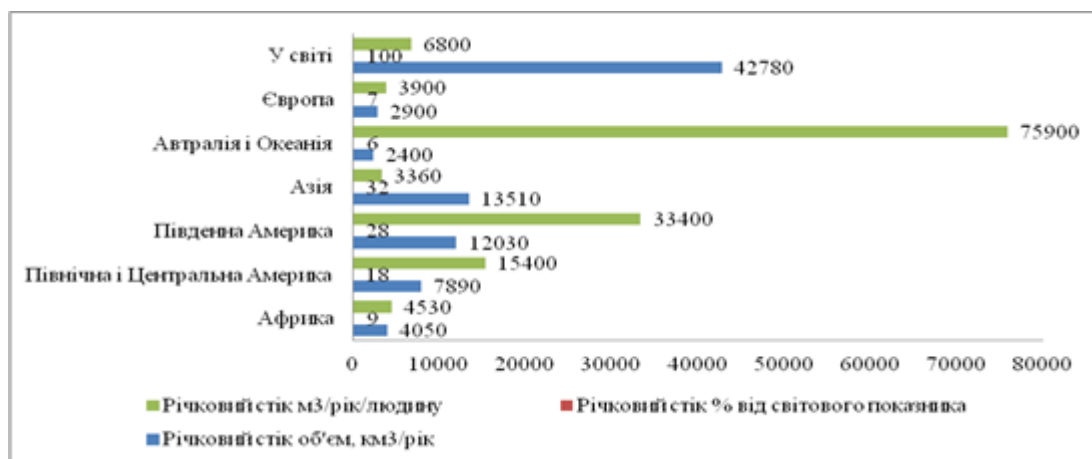


Рисунок 1 – Розподіл об'ємів річкового стоку по континентах

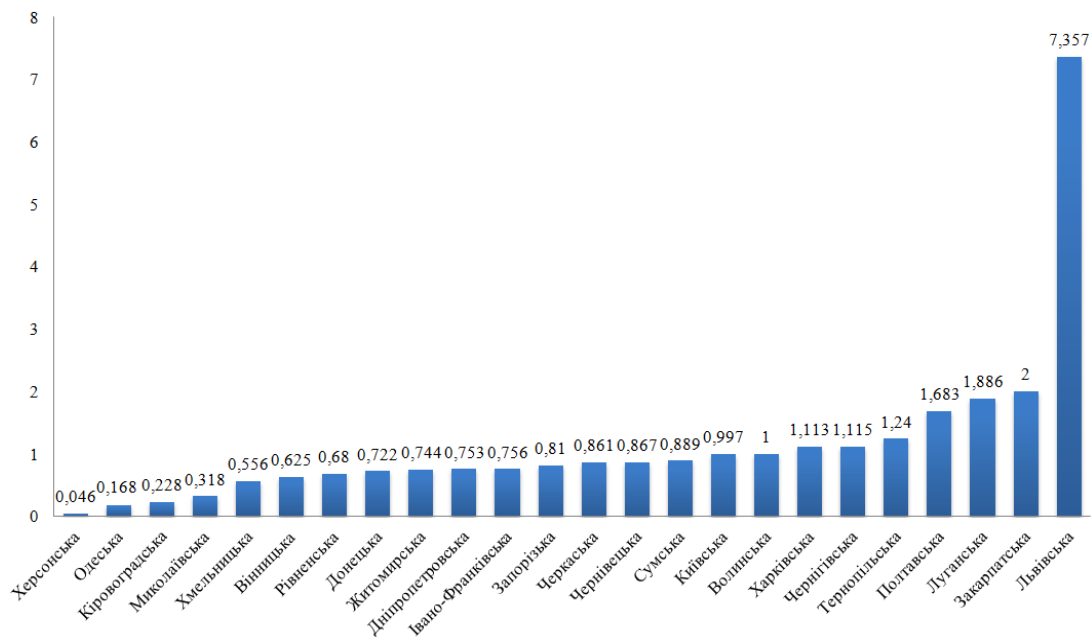


Рисунок 2 – Розподіл об’ємів річкового стоку на території України [3]

У всьому світі зростання антропогенного впливу на водні ресурси та погіршення їхньої якості здебільшого пов'язують з урбанізацією. На сьогодні в світі понад 56% населення мешкає у містах, а до 2050 року концентрація міського населення може зрости до 70%. За даними ООН, вже зараз понад 1,2 мільярда людей живуть в умовах перманентного дефіциту прісної води, приблизно 2 мільярди відчувають його регулярно (у сухий сезон тощо). За прогнозами продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), до середини третього десятиліття XXI ст. кількість тих, хто живе при постійній нестачі води, перевищить 4 мільярди осіб.

Виснаження та антропогенно-техногенне забруднення майже всіх поверхневих водних об’єктів та значної частини підземних вод зумовлене комплексним впливом урбанізаційних процесів, що поширюється далеко за межі урбоєкосистем. Слід відмітити також збільшення потреб населення в сільськогосподарській продукції, використанні енергії та ін., що також має суттєвий вплив на кількісні та якісні показники води.

Визначення характеру залежності між показниками обсягу споживання регіонального водного ресурсу та рівнем урбанізації територій, що дозволить наблизити до європейських норми користування водними ресурсами, їх екологічно орієнтоване відновлення та захист.

У 1997 р. Дж. Родда екстраполював криву глобального водоспоживання, відповідно до якої спостерігалось зростання водоспоживання та криву економічно доступних водних ресурсів, яка знижується. При екстраполяції були враховані антропогенні впливи на водні джерела (забруднення, виснаження внаслідок надмірно високого водозабору, осушення верхових боліт з неминучим висиханням малих річок, які ними живляться, зведення лісів на водозборі тощо) та очікувані впливи, але ще фактично не проявлені фактори (наприклад потепління клімату) у такого роду прогнозах не можуть

бути враховані. В результаті було визначено, що криві водоспоживання та доступних ресурсів перетинаються в 2035–2045 рр. (залежно від сценарію). Однак за минулі 10 років з'ясувалося, що споживання зростає «крутіше», ніж у найнесприятливішому сценарії, а обсяг доступних ресурсів скорочується швидше, ніж у період, взятий за базу при екстраполяції, – при відповідних коригуваннях перетин припадає вже приблизно на 2025–2030 рр. [1]

Насправді, таке перетинання взагалі неможливе, крива водоспоживання не може піднятися вище рівня гранично доступних запасів, проте ситуація щодо водозабезпечення населення може суттєво ускладнитись навіть в тих районах, де наразі відсутня дана проблема.

Прогноз дефіциту води виконали фахівці Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). Відповідно до отриманих даних у 2050 році передбачається, що дефіцит прісної води зачепить понад 3,3 млрд людей. Глобальний попит на воду може збільшитися на 55 % через зростання потреб у воді для: промисловості (+ 400 %); виробництва теплової електроенергії (+ 140 %); господарсько-питного водопостачання (+ 130 %). Передбачається, що у 2050 р. залишаться без доступу до сучасних санітарних умов 1,4 млрд осіб.

Також на території України водні ресурси зазнають значного впливу від воєнних конфліктів. Прояв залежить від гостроти проблеми та наслідків, що виникають у процесі водних конфліктів і воєнних дій загалом. Військові дії мають багатогранний руйнівний вплив на гідроекосистеми, зумовлюючи їхню повну деградацію та порушення сталості внутрішньоводоймних процесів. Активне використання військової техніки, балістичних ракет, артилерії та інших інструментів бою викликає значні викиди забруднюючих речовин, що через атмосферну циркуляцію та гідрологічний цикл потрапляють у водойми, спричиняючи їх забруднення та екотоксикологічну деградацію.

Список використаної літератури

1. Rodda, G. On the problems of Assessing the World Water Resources // Geosci and Water Resource Environment Data Model. – Berlin: Heidelberg, 1997. – P. 14–32.
2. Хільчевський В.К., Забокрицька М.Р., Стельмах В.Ю. Гідроекологічні аспекти водопостачання та водовідведення: навч. посібник. – К.: ДІА, 2023. - 228 с.
3. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.6>
4. Старжинський, П., & Прокопенко, І. (2025). ДИНАМІКА ЗМІН ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДИ р. ДНІПРО В МЕЖАХ м. КИЇВ. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, (49), 61–73. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2025.49.61-73>

*Погорелова О. М., доцент, кандидат біологічних наук, Триліх Х. І.
Західноукраїнський національний університет*

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ОСНОВА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ

На сучасному етапі економічного розвитку України спостерігається зростання попиту на природні ресурси поряд із поступовим зменшенням їх запасів. Вибір Україною курсу на сталий розвиток вимагає науково обґрунтованого підходу до аналізу та впровадження ефективних інструментів і механізмів, що сприятимуть зниженню антропогенного навантаження на довкілля та зменшенню використання природних ресурсів без втрати якості задоволення потреб суспільства.

Одним із таких дієвих механізмів є ресурсозбереження. Його важливість полягає у можливості забезпечити економію природних ресурсів без істотного скорочення обсягів виробництва, підтвердивши ці процеси науковими методами та розрахунками. Значну роль у цьому процесі відіграє вивчення досвіду інших країн у сфері ресурсозбереження, що дозволяє зрозуміти, як адаптувати та ефективно застосувати ці напрацювання в умовах української економіки для пришвидшення отримання позитивного ефекту, а також оптимізації витрат часу та фінансових ресурсів [1].

Правильно підібрані методи управління (організаційно-розпорядчі, економічні, соціально-психологічні) ресурсозбереженням забезпечують скорочення часу на обґрунтування, вибір та реалізацію управлінських рішень та, як наслідок, підвищують ефективність не лише стану ресурсозбереження, а й стану функціонування підприємства в цілому. Зважаючи на це, роль ресурсозбереження як способу господарювання українських підприємств стає дедалі важливішою, а особливо в умовах зростаючої конкуренції, наслідків фінансової кризи, нестабільності економічного середовища та постійної боротьби за своє прибуткове «місце під сонцем» [2].

Основними напрямками ресурсозберігаючої діяльності та вдосконалення управління природокористуванням в Україні мають стати:

- розробка регіональних і місцевих програм ресурсозбереження з обов'язковою оцінкою їх соціоекологоекономічної ефективності та визначенням механізмів і інструментів їх реалізації;
- запровадження комплексу економічних стимулів для заохочення використання ресурсозберігаючих технологій у виробництві та споживанні;
- активне залучення місцевих органів влади до формування та стимулювання попиту на продукцію ресурсозберігаючого характеру;
- розвиток регіональної інфраструктури у сфері ресурсозбереження, що сприятиме створенню нових робочих місць у секторі послуг;
- розширення мережі енергосервісних компаній, підприємств із виробництва ресурсозберігаючого обладнання і продукції, а також установ, що займаються фінансуванням ресурсозберігаючої діяльності;
- збільшення обсягів виробництва ресурсозберігаючої продукції;

- стимулювання переробки та утилізації виробничих відходів шляхом використання економічних інструментів;
- активізація інвестиційної діяльності на регіональному рівні, створення умов для підвищення інвестиційної привабливості окремих об'єктів господарювання;
- підтримка інноваційної діяльності через створення інноваційних структур і впровадження концепцій технополісів у регіонах;
- формування системи багаторівневого фінансування заходів із ресурсозбереження;
- створення системи моніторингу ресурсозберігаючої діяльності на регіональному рівні;
- посилення екологічної освіти, виховання і формування ідеологічної бази для підтримки процесів ресурсозбереження.

Реалізуючи вищезазначені напрями ресурсозбереження, необхідно враховувати специфіку кожного регіону України, а також його актуальні економічні та соціально-економічні проблеми. Впровадження ресурсозберігаючих заходів на підприємствах потребує попередньої підготовчої роботи, яка включає визначення таких параметрів, як масштаби й характер соціально-економічних та екологічних проблем, їхній взаємозв'язок із питаннями ресурсозбереження, обсяг необхідних фінансових витрат і прогноз очікуваних результатів, а також оцінку їх впливу на соціоекологічно-економічні показники конкретного підприємства або регіону [3].

Список використаної літератури

1. Самко О. О. Ресурсозбереження. *Тексти лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки» спеціальності 051 «Економіка» освітньої програми «Економіка довкілля і природних ресурсів» всіх форм навчання* / Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка, 2024. С. 5.
2. Єршова О. О. Ресурсозбереження як альтернативний спосіб господарювання на підприємствах АПК. *Ефективна економіка*. 2017. № 4.
3. Ю. В. Дзядикевич. Економічні основи ресурсозбереження. Навчальний посібник. Тернопіль: Вектор, 2015. С 57-58.

*Андрєєва Л. І., викладач, Підкопай М. Ю., Підкопай К. Ю.
Національний університет цивільного захисту України*

ПРАВИЛЬНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ: ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ТА ЗАХИСТ ЖИТТЯ І МАЙНА

Противопожежне водопостачання є однією з основних складових системи забезпечення безпеки на об'єктах будь-якої категорії. Його роль у запобіганні

та ліквідації пожеж неоціненна, адже вчасне забезпечення водою для гасіння може врятувати людські життя, зберегти майно та мінімізувати шкоду для навколишнього середовища.

Правильне проектування протипожежного водопостачання має враховувати кілька ключових аспектів: це, насамперед, наявність достатньої кількості води. Водозабезпечення має бути таким, щоб навіть у разі значних надзвичайних ситуацій воно могло повністю забезпечити потреби у воді для гасіння пожежі. Це передбачає наявність резервуару, який може вмістити необхідну кількість води, а також зручні точки підключення до пожежних машин. Необхідно забезпечити належний тиск в системі. Для ефективного використання води при гасінні пожеж необхідно підтримувати оптимальний тиск у трубопроводах, щоб вода могла подаватися до місця загоряння швидко та з достатньою силою. Важливою складовою проектування інфраструктури є системи водопостачання, які повинні бути оптимально розподілені по всій території об'єкта, включаючи приміщення, зовнішні ділянки та стратегічні точки доступу. Також, надзвичайно важливим є розміщення водяних розгалужень та гідрантів, що дозволяє пожежним підрозділам оперативно отримати доступ до води. При проектуванні, одним із важливих складових, є врахування специфіки об'єкта. Наприклад, для промислових підприємств або великих торгових центрів необхідно враховувати підвищену пожежну небезпеку та спроектувати більш потужну та надійну систему водопостачання. У таких випадках можуть бути необхідні додаткові резервуари або спеціалізовані установки для подачі води [1].

Ефективне використання водопостачання для гасіння пожежі є критично важливим для досягнення успіху в боротьбі з вогнем. До основних аспектів цього процесу належать:

- швидкість реакції, це час, який проходить від моменту виникнення пожежі до подачі води, який має вирішальне значення. Для цього потрібно забезпечити наявність інструкцій та технічного оснащення для швидкого підключення до системи водопостачання;

- контроль та моніторинг системи, який забезпечує регулярне технічне обслуговування, перевірку насосних станцій, системи трубопроводів та гідрантів дозволяє вчасно виявити можливі поломки або збої у роботі. Це важливо для забезпечення безперебійної роботи системи у випадку виникнення пожежі;

- навчання та підготовка персоналу, де працівники підприємства повинні бути належним чином навчені діяти в умовах надзвичайних ситуацій, зокрема, вміти правильно використовувати систему водопостачання під час гасіння пожежі. Важливим фактором даного аспекту, є знання працівників про місце розташування гідрантів і точок підключення;

- протипожежне водопостачання повинно бути інтегроване з іншими системами безпеки, такими як автоматичні сповіщувачі про пожежу, системи оповіщення, вентиляції та евакуації. Така взаємодія дозволяє швидко оцінити ситуацію і максимально ефективно використовувати ресурси [2].

Правильне проектування та ефективне використання протипожежного водопостачання значно знижує ризик великомасштабних пожеж, адже, у разі швидкого підключення до системи водопостачання можна обмежити поширення вогню та швидко його локалізувати. Проте, навіть з найкращим водопостачанням, важливе значення має своєчасне виявлення пожежі та швидка реакція відповідних служб.

Найголовніше завдання будь-якої протипожежної системи — це захист людей, збереження життя та їх майна. Вчасно подана вода в необхідному обсязі допомагає запобігти загибелі людей і зменшити матеріальні втрати. Важливо пам'ятати, що ефективне протипожежне водопостачання також допомагає зберегти критичну інфраструктуру об'єкта, що має велике економічне значення для підприємств і міст.

Надійна та стійка інфраструктура водопостачання має бути захищена від можливих поломок, які можуть статися внаслідок стихійних лих або технічних неполадок. Система повинна бути здатна витримати навантаження під час екстрених ситуацій. В умовах надзвичайних ситуацій, коли звичайні джерела водопостачання можуть бути порушені (наприклад, через руйнування трубопроводів або відключення енергопостачання), важливо мати альтернативні джерела води, такі як резервуари, мобільні насосні станції або інші форми резервного водопостачання. Регулярне обстеження та оновлення інфраструктури водопостачання для пожежогасіння дозволяє забезпечити належний рівень готовності до надзвичайних ситуацій.

Правильне проектування та ефективне використання протипожежного водопостачання є ключовими елементами у забезпеченні пожежної безпеки.

Список використаної літератури

1. Антошкін О.А., Бондаренко С.М., Дерев'янка О.А. *Сучасні засоби автоматичного пожежогасіння*: Х.: НУЦЗУ, 2018. 271 с.
2. *Протипожежне водопостачання*: підручник / О.А. Петухова, В.А. Андронов, С.А. Горносталя, Р.Е. Черепаха. - Х.: Друкарня Мадрид, 2022. - 280 с.

*Ковалів Ю.В., Мазурак О.Т., кандидат технічних наук, доцент
Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С.З. Ґжицького*

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОВУГІЛЛЯ ЯК ПРОДУКТУ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Концепція «циркулярної економіки» швидко набирає популярності, оскільки зумовлена своєю центральною метою – ліквідацією відходів шляхом ретельного планування, оброблення та управління. Останнім часом біовугілля стало значним фактором в екологічній спільноті завдяки своїй універсальності

через зменшення відходів та підвищення ефективності циркулярної економіки.

Серед кількох підходів до циркулярної економіки та концепцій безвідходного виробництва, виробництво біовугілля є чудовим прикладом і може бути способом переходу економіки до вуглецево-нейтрального балансу. На сьогодні застосування біовугілля набуває актуальності в усьому світі [1].

Біовугілля – це твердий вуглецевий залишок, що утворюється в результаті термічного перетворення біомаси в середовищі з обмеженим вмістом кисню, зазвичай шляхом гідротермальної карбонізації біомаси, газифікації, або піролізу [3].

Біовугілля є можливою заміною активованого вугілля завдяки його поверхневим функціональним групам, пористій структурі, некарбонізованим компонентам та високій питомій поверхні. Функціональність, просочення оксидами металів та поверхнєве окислення біовугілля допомагають покращити його фізико-хімічні властивості та роблять його більш екологічним. Морські та водні організми, промислові біологічні відходи, тваринний гній, лісові та сільськогосподарські залишки є одними з основних сировинних матеріалів, що використовують для формування біовугілля. За останні роки воно зазнало значного розвитку, як з точки зору виробництва, так і застосування. Як його кількість, так і якість в першу чергу визначаються умовами застосування, технологією виробництва та категорією сировини, яка впливає на підходи до його використання [2].

Ефективність біовугілля безпосередньо залежить від кількох чинників: виду сировини, температури піролізу, типу ґрунту та вмісту стабільного вуглецю. Чим чистіша та якісніша сировина, тим вищий агроекологічний потенціал кінцевого продукту. Фізико-хімічні характеристики біовугілля розкривають його різні перспективи застосування, включаючи кондиціонування ґрунту, добавку в компост, будівельний матеріал, сприяння анаеробному розкладанню, активоване вугілля та перелік потенційних застосувань, який продовжує розширюватися.

Застосування біовугілля у майбутньому, є яскравим прикладом реалізації принципів циркулярної економіки, адже дозволяє ефективно перетворювати органічні відходи в корисний продукт для агрономії, енергетики, будівництва, хімічної промисловості, медицини та кліматичних ініціатив, з мінімізацією впливу на довкілля та замиканням ресурсних потоків (рис. 1).

Біовугілля, як перспективний продукт термічної переробки біомаси в умовах обмеженого доступу кисню, все частіше використовується в сільському господарстві як ключовий елемент циркулярної економіки. Його ефективність була перевірена як у лабораторних, так і в польових умовах. Основними напрямками застосування біовугілля є покращення якості ґрунтів, підвищення врожайності культур, збільшення біодоступності поживних речовин, покращення вологоутримувальної здатності ґрунту.

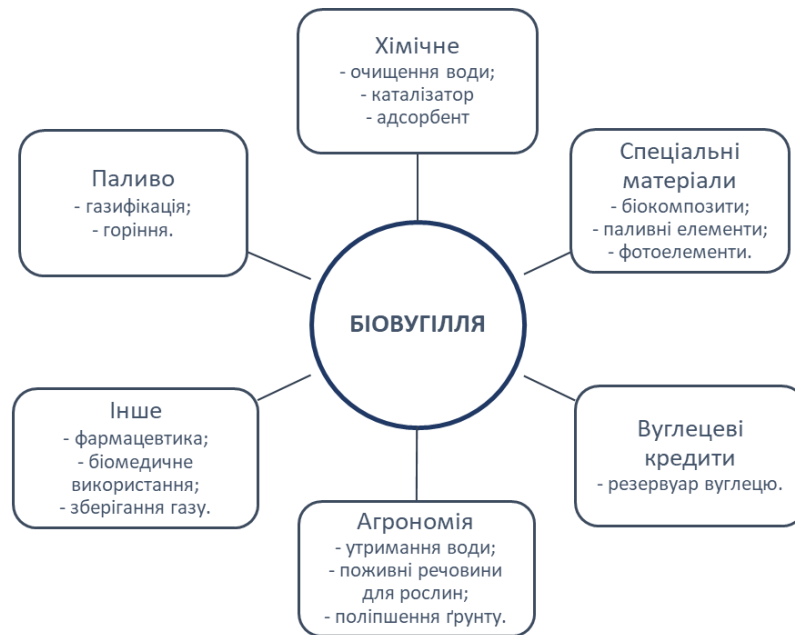


Рисунок 1 – Перспективи застосування біовугілля [1]

Однією з важливих властивостей біовугілля є його здатність нейтралізувати кислотність ґрунтів та знижувати мобільність важких металів, що сприяє екологічній реабілітації деградованих територій. Його застосування також позитивно впливає на зменшення викидів парникових газів, а саме CO₂, CH₄ та N₂O, завдяки тривалому зв'язуванню карбону в ґрунтовому середовищі.

Порівняно з компостом, біовугілля має довший термін стабільності в ґрунті. Крім того, його поєднання з органічними залишками, такими як грибний компост чи пташиний послід, значно пришвидшує процес компостування та підвищує ефективність відновлення поживних речовин. Наприклад, суміш 35% грибного компосту з 20% біовугілля скорочує термін компостування з традиційних 90 - 270 днів до лише 24.

Водночас важливо контролювати хімічний склад біовугілля. Наявність у його складі забруднювачів, таких як поліциклічні ароматичні вуглеводні, діоксини, фурани чи важкі метали, може спричинити лонговану токсичну дію, особливо при використанні біовугілля безпосередньо, без змішування з ґрунтом. Однак, при дотриманні рекомендованих концентрацій (1%, або менше) біовугілля не має шкідливого впливу на компоненти доквілля, навпаки воно сприяє підвищенню активності ґрунтової мікрофлори та біомаси рослин [1].

Таким чином, біовугілля – це не лише модифікатор будь-якого ґрунту, а й важливий інструмент у боротьбі з деградацією земель, змінами клімату та накопиченням сільськогосподарських відходів. Також, біовугілля може бути цінною кормовою добавкою для тварин та зменшення викидів метану, оксидів карбону, інших парникових газів та забруднення навколишнього середовища.

Список використаної літератури

1. Carvalho, J.; Nascimento, L.; Soares, M.; Valério, N.; Ribeiro, A.; Faria, L.; Silva, A.; Pacheco, N.; Araújo, J.; Vilarinho, C. Life Cycle Assessment (LCA) of Biochar Production from a Circular Economy Perspective. *Processes*. 13 December 2022. Vol. 10, No 12. P. 2684. URL: <https://doi.org/10.3390/pr10122684>
2. Ekta Singh, Rahul Mishra, Aman Kumar, Sushil Kumar Shukla, Shang-Lien Lo, Sunil Kumar. Circular economy-based environmental management using biochar: Driving towards sustainability. *Process Safety and Environmental Protection*. July 2022. Vol. 163. P. 585 - 600. URL: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.05.056>
3. González-Cencerrado, A., Ranz, J. P., Jiménez, M. T. L. F., & Gajardo, B. R. Assessing the environmental benefit of a new fertilizer based on activated biochar applied to cereal crops. *Science of the Total Environment*. 1 April 2020. Vol. 711. P. 134668. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134668>
4. González-Pernas, F.M.; Grajera-Antolín, C.; García-Cámara, O.; González-Lucas, M.; Martín, M.T.; González-Egido, S.; Aguirre, J.L. Effects of Biochar on Biointensive Horticultural Crops and Its Economic Viability in the Mediterranean Climate. *Energies*. 6 May 2022. Vol.15, No 9. P. 3407.
5. Improving Agriculture. International Biochar Initiative. URL: <https://biochar-international.org/about-biochar/soil-health/> (дата звернення: 20.04.2025)

¹Ящук Л. кандидат хімічних наук, ²Лут О, кандидат хімічних наук

¹Черкаський державний технологічний університет

²Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького

ПЕРСПЕКТИВА ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ ІЗ ПРИРОДНИХ ВОД

Широке використання нафтопродуктів в народному господарстві, а також техногенні аварії на нафтозховищах, автозаправних станціях приводять до потрапляння нафтопродуктів до природних вод та розливів їх на поверхню ґрунту. До техногенних небезпек, пов'язаних із забрудненням довкілля додалися аварії танкерів у Чорному морі, ведення військових дій на території України. Екологічна ситуація, що склалася потребує розробки спеціальних норм захисту довкілля від цих небезпечних речовин. Сучасні методи видалення нафти із природних вод різноманітний та включає механічні, хімічні, фізико-хімічні (сорбція) та біологічні методи [1]. Нині для видалення забруднень вуглеводневого походження використовують близько 200 видів сорбенту природного і синтетичного походження, проте використання їх є утруднене через низьку ємність та високий ступінь гідрофобності, великою різницею між густинами сорбенту і сорбату та можливістю їх подальшої утилізації. Використання неорганічних сорбентів для видалення

нафтопродуктів із природних вод (глини, цеоліти) засвідчило низьку ємність поглинання гасу, дизельного палива та бензину, та значну різницю у густині матеріалів.

Найбільш перспективними сорбентами для видалення нафтопродуктів є природні органічні та органо-мінеральні матеріали [2]. До них відносять, деревну стружку, торф, подрібнені відходи текстилю і паперу, вовняні та лляні волокна. Відходи деревини є різновидами фітосорбентів, які ефективно поглинають масла, та нерозчинні нафтопродукти.

В представленій роботі були досліджені процеси видалення нафтопродуктів із модельного розчину за допомогою відходів деревини (деревна стружка, тирса) в умовах фізичного і фізико-хімічного (нагрівання, НВЧ-опромінення, озонування) впливу на сорбент.

З усіх розглянутих методів їх модифікації та попередньої обробки розчинів для модельних розчинів з концентрацією нафтопродуктів 35 мг/дм³ непоганий результат був отриманий при спільній НВЧ обробці розчинів та тирси при температурі +40°. Різні методи модифікації сорбенту підвищують сорбційну активність тирси в розчинах з вихідними малими концентраціями нафтопродуктів (до 5 мг/дм³): при попередньому озонуванні тирси – у середньому в 1,5 рази; при НВЧ-підігріві – у 2,3–2,5 рази.

На підставі кореляційного аналізу встановлено, що сорбційна здатність деревної стружки зростає в 1,5-4 рази залежно від ступеню модифікації. При чому сорбційна здатність активованого вугілля в аналогічному процесі більша всього на 11,2 % ніж деревини, що свідчить про перспективне використання відходів деревини в якості сорбенту.

Відпрацьовану тирсу можна використовувати як сорбент без регенерації. Утилізація тирси може бути здійснена у вигляді їх попереднього брикетування та спалювання як паливні брикети. Адсорбовані на поверхні тирси нафтопродукти підвищуватимуть теплоту згоряння та сприятимуть додатковому виділенню енергії при спалюванні.

Список використаної літератури

1. Ефективність застосування сорбентів при очистці забруднених вод / О. Матвєєва та ін. *Харчова промисловість*. 2012. Т. 12. С. 162–166.
2. Мацуська О., Ціжовська М., Хапко Д. Перспективи екологізації процесу очищення стічних вод АПК при використанні нетрадиційних сорбентів. *Науковий вісник ЛНУ*. 2019. Т. 21: 91. С. 54–59.

*Yevhen Kozii., Candidate of Geological Sciences (Ph.D.)
Dnipro University of Technology*

RELATIONSHIP BETWEEN CONCENTRATION OF MANGANESE AND GERMANIUM IN THE C_{7H} COAL SEAM OF THE PAVLOHRADSKA MINE OF THE WESTERN DONBAS

The general relevance of the research of the content of germanium in coal seams is due to the possibility of its industrial extraction and use as a valuable associated component. The results of the study of the features of the statistical relationship between the concentrations of manganese and germanium in the coal seam c_{7^H} of the Pavlohradaska mine field in Western Donbass are presented. The content of germanium and manganese was determined by quantitative emission spectral analysis. The values of the main descriptive statistical indicators were calculated using the STATISTICA 13.3 and IBM SPSS Statistics 22 programs. Correlation and regression analysis were carried out using methods implemented in the Micromine program and their analysis was performed in geological terms.

Many valuable elements, including germanium, are concentrated in coal and its mineral ash residue [1]. In geochemical terms, germanium is one of the least studied elements, the wide range of geochemical properties of which allows it to accumulate in significant quantities in deposits of various geological and industrial types, in particular in coal [2] and to form industrial concentrations [3]. Systematic studies have shown that the overwhelming amount of germanium is directly associated with coal, but its origin has not yet been clarified [4].

Previously, definite coal seams of the Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area were investigated for the distribution of germanium [5-9].

A feature of the conducted research was the impossibility of direct observation of geological processes. In this case, the consideration of their dynamics is traditionally carried out by comparing statistical data and analyzing cartographic materials regarding the distribution of chemical elements in the objects under consideration.

In the field of the Pavlogradska mine, the concentration of germanium in the c_{7^H} seam varies from 8.8 g/t to 24.7 g/t, with an average value of 17.62±0.47 g/t. This is 6.08 times higher than the germanium Clark concentration for world coal, which is given in [10]. The manganese content ranges from 92.94 g/t to 219.41 g/t, with an average value of 142.73 g/t.

When constructing the graph and calculating the correlation coefficient, all values of manganese and germanium concentrations were normalized. Fig. 1 shows a graph of the results of the regression analysis of the linear relationship between the content of germanium and manganese. The regression equation for this model: $Ge = 0.2968 + 0.6546 \times Mn$. The Pearson linear correlation coefficient is 0.52.

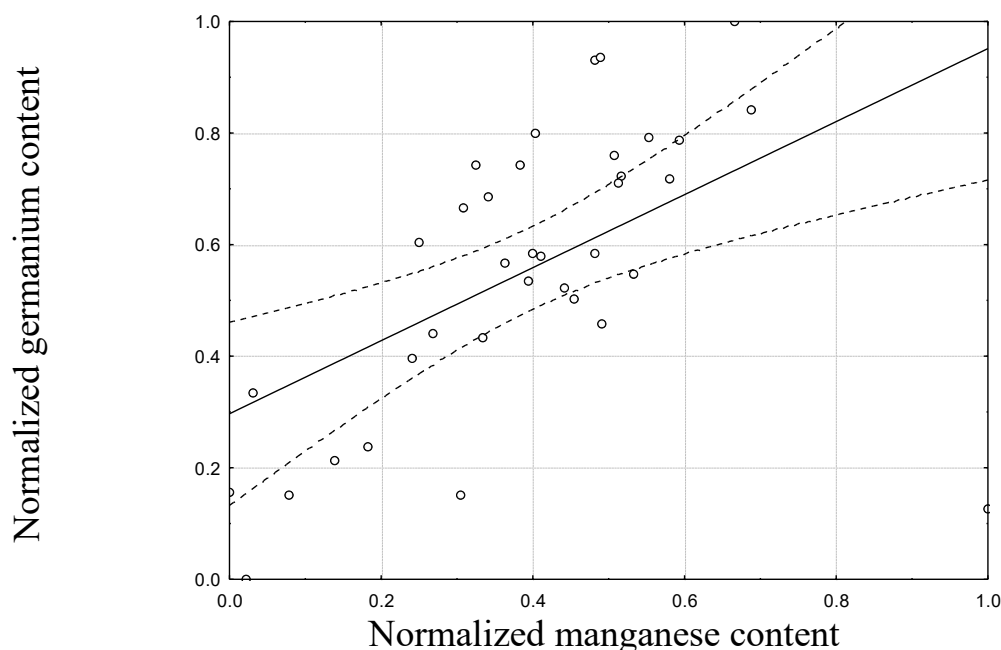


Figure 1 – The result of the regression analysis modeling the linear relationship between manganese and germanium concentrations

An average direct relationship between manganese and germanium concentrations has been established. A linear regression equation has been calculated, which allows predicting and interpreting in geological terms the general trend of germanium concentrations in the coal seam c_7^H of the Pavlohradaska mine field by manganese content.

References

1. Vergelska N.V. (2016). Theoretical milestones of discrete-continuous development of coal-hydrocarbons formations. Dissertation of Doctor of Geological Sciences Degree: Institute of Geological Sciences of National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv. 393 p.
2. Sobolev, O., Gutyj, B., Melnychenko, O., Sobolieva, S., Kuzmenko, P., Melnychenko, Y., Popadiuk, S., & Senechyn, V. (2023). Germanium: distribution, migration and accumulation in the natural environment. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 226-236. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9937>
3. Shubin Yu.P. (2008). Useful elements-impurities in coal from Donbass of different brands. *Transactions of UkrNDMI NAN Ukraine*. No 2. pp. 192-198.
4. Vergelska N.V. (2024). Sedimentation and post-sedimentation factors of the formation of mineral and element associations in the coal-bearing massives of the Donbas. *Visnyk of Lviv university. Series Geology*. 2024. No. 38. pp. 134-145. <https://doi.org/10.30970/vgl.38.10>
5. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I. (2022). Analysis of the influence of the c_8^H coal seam thickness of Dniprovaska mine on the content of germanium. *Collection of Research Papers of the National Mining University*. No. 70. pp. 76-90. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/70.076>

6. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Kozar M.A., Chernobuk O.I. (2023). Distribution of germanium in c_4 coal seam of «Samarska» mine of the Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of the Donbas. *Odesa National University Herald. Geography and Geology*. 27(2(41)). 190-206. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2\(41\).268761](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2(41).268761)

7. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I., Kozar M.A., Dreshpak O.S (2022). About relationship between germanium concentration and the content of toxic elements and total sulfur in the coal seam c_8^H of the Dniprovaska mine. *Collection of Research Papers of the National Mining University*. No. 71. pp. 145-159 <https://doi.org/10.33271/crpnmu/71.145>

8. Chernobuk O., Ishkov V., Kozii Ye., Kozar M., Dreshpak O. (2023). Relationship features of germanium concentrations with the content of toxic elements and total sulfur in coal seam c_5^B of the «Ternivska» mine. *Sci. Papers of DONNTU Series: "The Mining and Geology*. No. 1(29). pp. 14-23. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2023-1\(29\)-14-23](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2023-1(29)-14-23)

9. Chernobuk O., Ishkov V., Kozii Ye., Kozar M., Pashchenko P., Dreshpak O. (2023). Germanium relationship with ash and "toxic" elements in coal on the example of seam c_5 of the Blahodatna mine field of Western Donbas. *Sci. Papers of DONNTU Series: "The Mining and Geology*. No. 2(30). pp. 68-79. <https://doi.org/10.31474/2073-9575-2023-2-30-68-79>

10. Yudovich Ya.E., Ketris, M.P. (2004). Germanium in coals. Syktyvkar. 216 p.

Секція 4. Науково-практична діяльність в галузі охорони навколишнього природного середовища

*Нестер А., д.т.н., доцент
Хмельницький національний університет*

НАПРЯМКИ ДІЯЛЬНОСТІ СПЕЦІАЛІСТІВ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Дослідження екологічних проблем сучасності є надзвичайно важливим напрямом наукової діяльності, оскільки вони безпосередньо впливають на здоров'я людей, стан природних ресурсів та кліматичні умови на планеті. Науково-практична діяльність в галузі охорони навколишнього природного середовища охоплює широке коло заходів, спрямованих на збереження та відновлення природних ресурсів, боротьбу з екологічними проблемами, а також розробку ефективних технологій та стратегій для сталого розвитку.

Зміна клімату є однією з найбільших глобальних загроз. Зростання концентрації парникових газів, зокрема вуглекислого газу (CO₂), метану (CH₄) та оксидів азоту (NO_x), веде до підвищення середньої температури планети. Це викликає ряд негативних наслідків, серед яких можна виділити наступні:

- підвищення рівня моря через танення льодовиків,
- екстремальні погодні явища (суховії, повені, урагани),
- зміщення природних середовищ існування для багатьох видів флори і фауни,
- погіршення умов для сільського господарства.

Наукові дослідження в цій сфері зосереджуються на аналізі факторів, що сприяють змінам клімату, оцінці його наслідків для екосистем і розробці технологій для зниження викидів парникових газів. Забруднення атмосфери є серйозною екологічною проблемою, яка не лише погіршує якість повітря, але й шкодить здоров'ю людей. Основні джерела забруднення повітря — це промисловість, транспорт, сільське господарство, а також спалювання відходів.

Дослідження в цій галузі зосереджені на моніторингу та зниженні рівня забруднення, а також на розробці нових технологій очищення повітря.

Забруднення води є критичною проблемою, що ставить під загрозу доступ до питної води для мільйонів людей. Це забруднення може бути спричинене як природними факторами, так і антропогенними. Тут можна виокремити скидання промислових відходів, сільськогосподарські стоки, нафтові розливи та хімічне забруднення. Наслідки цього явища включають зниження біорізноманіття у водних екосистемах, погіршення якості питної

води і хвороби, спричинені забрудненням води. Вчені світу та України активно працюють над розробкою методів очищення води, відновлення забруднених водойм та запобігання подібним інцидентам.

Забруднення ґрунтів виникає через застосування пестицидів, хімічних добрив, викиди промислових підприємств, а також неправильне поводження з відходами. Наслідками цих процесів стають зменшення родючості ґрунтів, забруднення сільськогосподарської продукції, поширення токсичних речовин у харчовому ланцюзі вершиною якої є людина.

Вивчення цього виду забруднення допомагає знайти ефективні способи рекультивації земель та зменшення негативного впливу антропогенних факторів.

Втрата біорізноманіття є однією з найбільших загроз для екосистем планети. Спостерігається прискорене вимирання видів через руйнування природних середовищ, кліматичні зміни, забруднення та нелегальний добір ресурсів (наприклад, полювання, рибальство). Наслідками втрати біорізноманіття можуть стати порушення екологічної рівноваги, зменшення доступу до природних ресурсів, погіршення якості життя людини. Дослідження в цій сфері спрямовані на збереження рідкісних і зникаючих видів, відновлення екосистем і розробку програм з охорони природних територій.

Зростання кількості відходів, зокрема пластикових, є глобальною проблемою. Пластикові відходи не розкладаються протягом сотень років, а їх накопичення призводить до забруднення морів, океанів, земель та накопичення в людських організмах. Вчені шукають рішення, як зменшити кількість відходів і знайти методи їх переробки. Важливим рішенням могла б стати розробка біорозкладних матеріалів та збільшення частки переробки та повторного використання.

Деградація ландшафтів через надмірне землеробство, вирубку лісів, урбанізацію та промислове освоєння земель призводить до ерозії ґрунтів і зменшення їх родючості. Це може мати серйозні наслідки для сільського господарства, а також сприяти змінам в природних водних режимах і збільшенню частоти природних катастроф.

Розробка та впровадження інноваційних технологій в галузі охорони навколишнього природного середовища є ключовим фактором для подолання багатьох екологічних проблем сучасності. Інноваційні технології дозволяють зменшити негативний вплив людської діяльності на природу, забезпечити сталий розвиток, а також покращити якість життя людей. Ось кілька напрямків, у яких активно впроваджуються інноваційні технології для охорони навколишнього середовища. Зниження залежності від традиційних викопних джерел енергії (нафти, газу, вугілля) є одним із найважливіших завдань сучасної екологічної політики. Розвиток технологій у галузі сонячної та вітрової енергетики дозволяє зменшити витрати на виробництво енергії, а також підвищити ефективність і стабільність таких джерел. Поширення цих технологій можна побачити на теренах України. Встановлення малих

гідроелектростанцій на річках і каналах дозволяє генерувати енергію без значного впливу на навколишнє середовище.

Використання високоефективних енергозберігаючих систем на виробництвах дозволяє зменшити споживання енергії та знизити витрати на утилізацію відходів. У деяких галузях, таких як харчова промисловість, впроваджуються технології замкнутого циклу, де відходи одного процесу стають сировиною для іншого.

Забруднення води та повітря є однією з основних екологічних проблем, тому науковці активно працюють над розробкою нових технологій для очищення цих природних ресурсів. Використання технологій зворотного осмосу, ультрафільтрації та нанофільтрації дозволяє ефективно очищати воду від шкідливих домішок, включаючи важкі метали, пестициди та інші токсичні речовини. Використання живих організмів (наприклад, мікроорганізмів) для очищення води та ґрунтів від органічних забруднювачів створюють нові технологічні можливості. Сучасні системи очищення повітря, що використовують фільтри на основі активованого вугілля, це технології для боротьби з шкідливими викидами, такими як діоксиди азоту, сірки, пил і вуглекислий газ.

Технології з управління відходами відіграють важливу роль у збереженні природних ресурсів і зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище. Інноваційні методи переробки пластмаси, включаючи хімічну переробку та використання біорозкладних матеріалів, дозволяють зменшити забруднення навколишнього середовища пластиковими відходами. Впровадження технологій для компостування органічних відходів дозволяє зменшити обсяг сміття на звалищах і виробляти цінні добрива. Електронні відходи можуть містити токсичні речовини, тому розробка нових методів їх переробки, які дозволяють отримати корисні компоненти та знизити шкідливий вплив, є важливою задачею, яка зачіпає інтереси всіх держав та української в тому числі.

Збереження біорізноманіття є одним із основних аспектів сталого розвитку. Інноваційні технології допомагають у збереженні природних середовищ та відновленні видів, що знаходяться під загрозою зникнення. Використання технологій генної інженерії для збереження рідкісних видів шляхом створення банків генетичного матеріалу, що дозволяє в майбутньому відновити популяції.

Сучасні технології дистанційного зондування Землі, а також використання безпілотних літальних апаратів (дронів) дозволяють моніторити стан екосистем, виявляти зміни в середовищі існування видів і оперативно реагувати на загрози.

Розвиток інформаційних технологій дозволяє створювати інтелектуальні системи для моніторингу та управління природними ресурсами. Використання датчиків та сенсорів для збору даних про стан довкілля, наприклад, рівень забруднення повітря, води або ґрунту, що дозволяє приймати оперативні рішення для зменшення негативного впливу. Технології автоматизації та аналітики допомагають в управлінні водними

ресурсами, оптимізації використання води в сільському господарстві та побуті.

Багато екологічних проблем мають глобальний характер, тому міжнародна співпраця є необхідною для їх вирішення. Країни погоджуються на обмеження викидів парникових газів і працюють над запобіганням глобальному потеплінню. Конвенція про біологічне різноманіття покликана забезпечити збереження екосистем і біорізноманіття на глобальному рівні. Конвенція про боротьбу з опустелюванням зосереджується на боротьбі з деградацією земель і опустелюванням, особливо в посушливих регіонах.

З метою забезпечення виконання екологічних стандартів і норм держава повинна проводити екологічний аудит підприємств і організацій, що включає перевірки викидів, використання природних ресурсів, управління відходами тощо. Система екологічного моніторингу дозволяє збирати дані про стан навколишнього середовища, що сприяє своєчасному виявленню екологічних проблем і прийняттю відповідних заходів.

Ефективна екологічна політика держави повинна включати програми з підвищення екологічної свідомості громадян, бізнесу та державних службовців. Це сприяє формуванню екологічної культури в суспільстві та заохочує людей до збереження природи через відповідальну поведінку та вибір у повсякденному житті. Екологічне законодавство та політика є важливими інструментами для досягнення сталого розвитку і збереження навколишнього середовища. Вони повинні враховувати інтереси як економіки, так і природних екосистем, і мати на меті забезпечення чистоти і стабільності навколишнього середовища для майбутніх поколінь. Важливим є також зміцнення міжнародної співпраці, адже глобальні екологічні проблеми потребують спільних зусиль.

Освітня діяльність і підвищення екологічної свідомості є важливими складовими процесу збереження навколишнього природного середовища. Вони відіграють ключову роль у формуванні екологічної культури у суспільстві, сприяють розвитку усвідомленого ставлення до природи та забезпечують практичні навички для сталого використання природних ресурсів.

Список використаної літератури

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 514 с. URL: <file:///C:/Users/admin/Downloads/Natsdopovid-2021-n.pdf>. (дата звернення: 10.04.2025).

*Mislyuk O., Candidate of Chemical Sciences, Khomenko O., Candidate of Chemical Sciences, Yehorova O., Candidate of Technical Sciences
Cherkasy State Technological University*

RISK ASSESSMENT OF POTENTIALLY TOXIC ELEMENTS IN URBAN SOILS

Rapid urbanization and industrialization are inherently associated with heavy metal contamination of urban soils. Unlike organic pollutants, metals do not undergo microbial or chemical degradation and persist for extended periods after their introduction. Soils, acting as receptors for heavy metals, experience the simultaneous accumulation of both natural and anthropogenic sources.

Heavy metals are recognized as major contaminants among the various soil pollutants. They deteriorate natural ecosystem services and pose a threat to human health due to their toxic effects. Heavy metal contamination has garnered widespread attention due to their long-term persistence, bioaccumulation properties, and synergistic effects. Risk assessment for human health serves as a valuable method for evaluating the potential harm to human health caused by these pollutants [1-3].

Risk assessments for the impact of Cu, Zn, Pb, and Cd in the soils of Cherkasy [4] were conducted for both non-cancerous and cancerous effects using the US EPA methodology. In accordance with international experience, the hazard index of increased non-carcinogenic morbidity and carcinogenic risk for children, women and men were assessed separately. To assess this risk, critical parameters were calculated, including chronic daily intake (ADD), hazard quotient (HQ), hazard index (HI) and carcinogenic risk (CR) [5].

The findings show that the total cumulative non-carcinogenic health risk – through inhalation, dermal contact, and oral intake – remains below the threshold value ($HI < 1$) for both adults and children across all modeled sites in various functional zones of the city, indicating no significant health impact (Fig. 1).

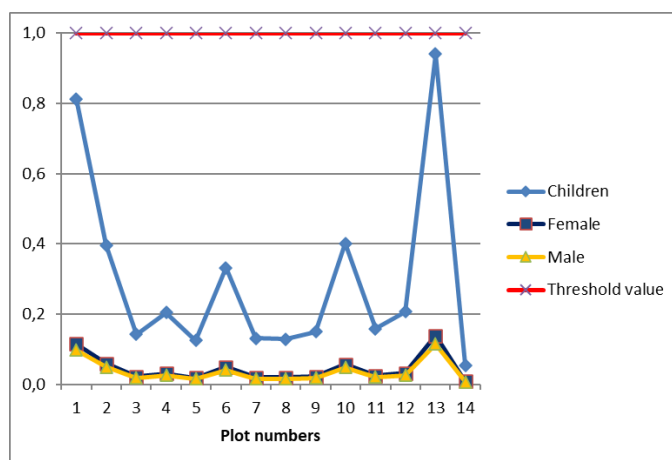


Figure 1 – Cumulative non-cancerous health risk

HI values for children ranged from 0.05 to 0.94, with an average of 0.30; for women, from 0.01 to 0.14, with an average of 0.04; and for men, from 0.01 to 0.12, also with an average of 0.04. Children, due to their behavior, physiological characteristics, and longer exposure duration, are more susceptible to toxic substances than adults. The health risk for both children and adults from the oral intake of heavy metals is significantly higher than from dermal contact or inhalation, which is consistent with other studies [6].

The total cumulative carcinogenic risk from exposure to Pb and Cd via inhalation and ingestion is also below the acceptable threshold ($CR < 1 \cdot 10^{-6}$) across all study areas (Fig. 2). Carcinogenic risk values for Pb ranged from $4,9 \cdot 10^{-7}$ to $8,9 \cdot 10^{-5}$, with an average of $2,8 \cdot 10^{-7}$, Cd – from $2,9 \cdot 10^{-9}$ to $2,1 \cdot 10^{-8}$ with an average of $7,2 \cdot 10^{-9}$. The highest health risks were observed in areas near emissions from combined heat and power (CHP) plants (sites 1, 2), locations with heavy traffic, and zones adjacent to agricultural land (sites 6, 10, 13). Lead (Pb) was identified as the primary contributor to both total carcinogenic and non-carcinogenic risks, accounting for 95-97% of the total burden.

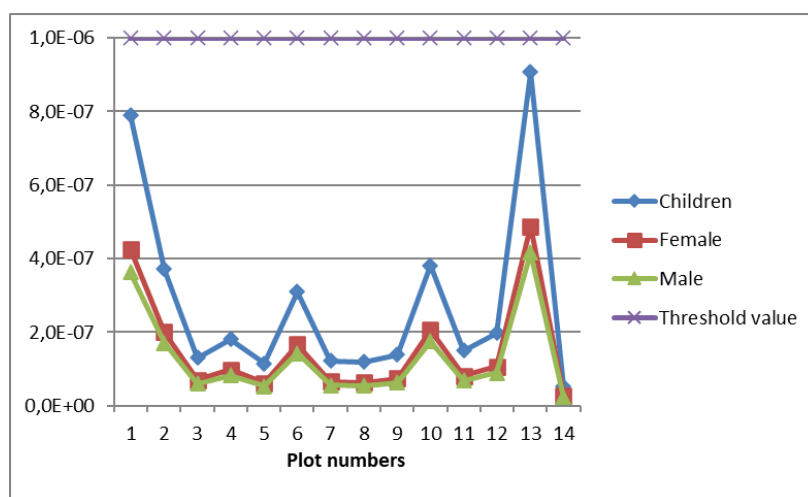


Figure 2 – Cumulative carcinogenic health risk from Pb and Cd exposure

Further in-depth investigations into soil contamination by heavy metals, identification of contamination sources, and spatial mapping and zoning of the city based on pollution levels are recommended. These findings are crucial for developing effective risk management strategies, mitigating the impact of point and non-point sources of urban soil contamination, and selecting appropriate soil remediation techniques.

References

1. A. Keshav Krishna & K. Rama Mohan. Distribution, correlation, ecological and health risk assessment of heavy metal contamination in surface soils around an industrial area, Hyderabad, India. *Environ. Earth Sci.* 2016. V.75. № 411. doi <https://doi.org/10.1007/s12665-015-5151-7>

2. Zhang, Y., Li, S., Chen, Z., Wang, F., Chen, J., and Wang, L.. A systemic ecological risk assessment based on spatial distribution and source apportionment in the abandoned lead acid battery plant zone, China. *J. Hazard. Mater.* 2018. 354. P. 170-179. doi:10.1016/j.jhazmat.2018.04.054

3. Xiao, R., Guo, D., Ali, A., Mi, S., Liu, T., Ren, C., et al. (2019). Accumulation, ecological–health risks assessment, and source apportionment of heavy metals in paddy soils: a case study in Hanzhong, Shaanxi, China. *Environ. Pollut.* V. 248. – P. 349-357. doi:10.1016/j.envpol.2019.02.045.

4. Yehorova O., Zhytska L., Bakharev V., Mislyuk O., Khomenko O. Assessing of the deposition of heavy metals in edaphotopes and synantrophy vegetation under the conditions of technological pollution of the city. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2024. V. 1. № 10 (127). P. 15-26. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.297718>.

5. Risk Assessment Guidance for Superfund; Human Health Evaluation Manual. Part A; US EPA: Washington, DC, USA, 1986. Volume 1. – https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/rags_a.pdf (date of application: 10.04.2025).

6. Tong, S.; Li, H.; Wang, L.; Tudi, M.; Yang, L. Concentration, Spatial Distribution, Contamination Degree and Human Health Risk Assessment of Heavy Metals in Urban Soils across China between 2003 and 2019—A Systematic Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020. V. 17. № 9. 3099. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093099>.

*Саламаха І., кандидат сільськогосподарських наук,
Панас Н., кандидат біологічних наук,
Жилищич Ю., кандидат сільськогосподарських наук
Германович О., кандидат сільськогосподарських наук
Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С. З. Гжицького.*

ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ НАЦІОНАЛЬНИХ І ЛАНДШАФТНИХ ПАРКІВ ЛЬВІВЩИНИ ЯК ОСНОВА ДЛЯ РЕКРЕАЦІЙНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ

У сучасних умовах зростаючих екологічних викликів та трансформації суспільних цінностей природоохоронні території набувають дедалі більшої значущості як багатофункціональні простори, що поєднують екологічні, соціальні та культурні функції. Вони вже не сприймаються виключно як осередки збереження біологічного різноманіття, а розглядаються як ключові елементи інфраструктури сталого розвитку, важливі для екологічної просвіти, якісної рекреації та формування культурного середовища [1; 4].

Із зростанням урбанізації та антропогенного навантаження зростає і попит на природоорієнтовані форми відпочинку, зокрема на екологічний

туризм. Це актуалізує потребу в раціональному управлінні природними територіями та ефективному використанні ресурсів, які вони генерують, зокрема — рекреаційних екосистемних послуг (РЕП) [4].

РЕП становлять специфічну підгрупу культурних екосистемних послуг, що охоплюють різноманітні форми взаємодії людини з природою — фізичні (активний туризм, спорт, оздоровлення), інтелектуальні (екологічна освіта, наукові дослідження), емоційні й духовні (естетичне сприйняття, релаксація, медитація). Обов'язковою умовою для реалізації таких послуг є або фізична присутність у природному середовищі, або емоційно-інтелектуальна взаємодія з ним [1; 4].

Важливим аспектом розвитку РЕП є їх оцінювання, яке має враховувати не лише якісний і кількісний склад природних ресурсів, а й просторову доступність територій, рівень попиту з боку населення та стан інфраструктури, що забезпечує доступ до цих благ [4]. Це особливо актуально для формування стратегій сталого туризму та інтеграції екосистемних підходів у регіональне планування.

У цьому контексті Львівщина виступає як один із найперспективніших регіонів України для розвитку екологічного туризму, завдяки розгалуженій мережі природно-заповідного фонду, до складу якого входять численні національні природні та регіональні ландшафтні парки. Їхня наявність створює широкі можливості для рекреаційної діяльності, проте водночас вимагає глибокого аналізу потенціалу та обмежень, пов'язаних із забезпеченням балансу між охороною природи та рекреаційною доступністю [2; 3].

Львівська область характеризується високим ступенем природоохоронної представленості: питома вага заповідних територій складає 8,3% загальної площі області, що охоплює 413 об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) на території понад 180 тис. га. Найвищу рекреаційну спроможність демонструють національні природні парки (НПП) та регіональні ландшафтні парки (РЛП), які сумарно займають понад 75% площі ПЗФ області. Вони розташовані нерівномірно: більшість зосереджена в Карпатському регіоні (НПП «Сколівські Бескиди», «Бойківщина», «Королівські Бескиди», РЛП «Надсянський» і «Верхньодністровські Бескиди»), тоді як інші – в Подільській частині Львівщини (НПП «Північне Поділля», «Яворівський», РЛП «Стільське Горбогір'я», «Равське Розточчя» та «Знесіння») [2].

Організація рекреаційної діяльності в НПП і РЛП здійснюється відповідно до затверджених проектів організації території та функціонального зонування, з дотриманням режиму охорони, відновлення та раціонального використання природних комплексів [2]. У цьому контексті рекреація та екотуризм належать до культурних екосистемних послуг за класифікацією SICES v5.1, де виділено:

- послуги прямої взаємодії з екосистемами, які вимагають фізичної присутності: оздоровлення, активний відпочинок, наукова діяльність, екопросвіта тощо;

- послуги непрямой взаємодії, що не потребують фізичного контакту: задоволення духовних, культурних, естетичних і релігійних потреб;
- інші культурно-значущі характеристики екосистем, пов'язані з формуванням регіональної ідентичності та культурного середовища.

Загалом можна виокремити 12 типів культурних екосистемних послуг, які впливають на фізичне, психоемоційне та духовне благополуччя людини. Національні природні та регіональні ландшафтні парки Львівщини мають значний потенціал для їх надання, що створює передумови для формування конкурентоспроможного екотуристичного середовища [3].

Однак, у практиці оцінювання ефективності рекреаційної діяльності переважно враховуються лише ті послуги, які забезпечують прямий дохід (плата за вхід, екскурсії, кемпінг, торгівля сувенірами тощо). Інші, не менш значущі послуги, пов'язані із покращенням психоемоційного стану, духовним розвитком або соціальною інтеграцією, здебільшого залишаються поза увагою [4].

Проаналізувавши наявні практики, було визначено чотири основні напрями рекреаційно-екотуристичної діяльності на базі НПП та РЛП:

- оздоровчий (лікувальні властивості клімату, води, повітря тощо);
- пізнавальний (екскурсії, екологічні стежки, ознайомлення з флорою, фауною, етнокультурними об'єктами);
- спортивно-активний (піші, велосипедні, гірськолижні маршрути, альпінізм, водні види спорту);
- пасивно-релаксаційний (естетичне сприйняття, спокійний відпочинок, медитація).

Разом із тим, слід усвідомлювати й ризики, які несе надмірна або нераціональна рекреаційна активність: погіршення стану довкілля, втрати біорізноманіття, деградація середовища, тощо [1]. Одним із можливих рішень цих проблем є впровадження принципів сталого туризму, який спрямований на гармонійне поєднання екологічних, економічних і соціокультурних аспектів розвитку галузі. Такий підхід дозволяє зберігати природні ресурси, підтримувати культурне та соціальне життя місцевих громад, а також забезпечувати користь для всіх зацікавлених сторін. Оцінювання екосистемних послуг ПЗФ, зокрема їх рекреаційного потенціалу, є ефективним інструментом інтеграції екологічних чинників у систему регіонального управління та розробки природоорієнтованих стратегій соціально-економічного розвитку [4].

Отже, природоохоронні території Львівщини – це не лише екологічно цінні осередки, а й потужний ресурс для розвитку рекреаційних та екотуристичних практик, здатних гармонійно поєднувати охорону природи з соціально-економічними потребами населення. Національні природні та регіональні ландшафтні парки мають значний потенціал для надання широкого спектра культурних екосистемних послуг, зокрема рекреаційного спрямування. Проте для ефективного управління цими територіями важливо враховувати як прямі, так і опосередковані вигоди від взаємодії людини з природним середовищем. Спрямування рекреаційної діяльності у русло

сталого туризму дозволить зберегти природні ресурси, забезпечити економічну доцільність та підтримати соціально-культурний розвиток регіону. Комплексна оцінка рекреаційного потенціалу природно-заповідного фонду має стати основою для прийняття рішень у сфері природокористування та регіонального планування.

Список використаної літератури

1. Бейдик О. О. Рекреаційні ресурси України: *навч. посіб.* Київ: *Альтерпрес*, 2009. 489 с
2. Мережа територій та об'єктів природно-заповідного фонду Департамент екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації: веб-сайт. URL: <https://deplv.gov.ua/merezha-terytorij-ta-obyektiv-pryrodno-zapovidnogo-fondu/>
3. Рекреаційний потенціал природно-заповідного фонду Львівщини. *Географія та екологія: наука і освіта: зб. матеріалів 8-ї Всеукр. наук.-практ. конф. (з міжнар. участю), (Умань, 9–10 квіт. 2020 р.). Умань: Візаві, 2020. С. 144–146.*
4. Станкевич-Волосянчук О., Тимченко І., Савченко С. Методичні рекомендації щодо оцінки вартості послуг екосистем. 2023. 46 с.

*Кульчицький-Жигайло І., кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри екології,
Національний лісотехнічний університет України*

ВПЛИВ РУБОК ГОЛОВНОГО КОРИСТУВАННЯ НА ГІДРОГРАФИ СТОКУ ПАВОДКІВ З МАЛИХ ВОДОЗБОРІВ У КАРПАТАХ

Лісогосподарські заходи змінюють комплекс чинників (мікрокліматичних, фізіологічних та фізичних), які визначають величину гідрологічного впливу гірських лісів. Стік води формується у цілісній гідрологічній системі – водозборі, який завжди є унікальним з точки зору його морфометричних характеристик, структури та таксаційних характеристик лісів на ньому. Тому оцінка змін гідрологічної ролі лісу під впливом рубок можлива лише у масштабі водозбору.

У нині чинних нормативних лісівничих документах практично не відображено можливість оцінювати вплив лісогосподарських заходів на зміну стоку води, особливо у періоди високої водності – весняні водопілля та дощові паводки. Однією з причин цього є відсутність даних про приуроченість лісових кварталів і виділів до конкретних малих гірських водозборів. З використанням сучасних геоінформаційних засобів ця проблема легко вирішується.

Кількісна оцінка гідрологічних змін на водозборах можлива шляхом моделювання впливу процесів, які відбулися, на умови стікання води. На

кафедрі екології НЛТУ України опрацьована модель для розрахунку гідрографів стоку дощових паводків з малих гірських водозборів. У ній є можливість відображати зміни у лісовому вкритті і визначати їх вплив на форму гідрографа та максимальну витрату води під час дощів різної величини і інтенсивності.

Використовувалася ГІС програма “DIGITALS”, з допомогою якої на виділені водозбори накладалися лісові квартали. Вивчено таксаційні характеристики лісів на кожному водозборі і згідно з чинним законодавством запроєктовано системи та способи рубок на кожному конкретному лісовому виділі.

Дослідження здійснено у Дрогобицькому районі Львівської області. Ліси на водозборах відносяться до Нагуєвицького та Бориславського лісництв Філії Дрогобицьке ЛГ ДП «Ліси України». Розрахунок здійснено для 6 малих гірських водозборів (табл. 1). Водозбори лежать у басейнах річок Бистриця Підбузька і Тисмениця (рис. 1).

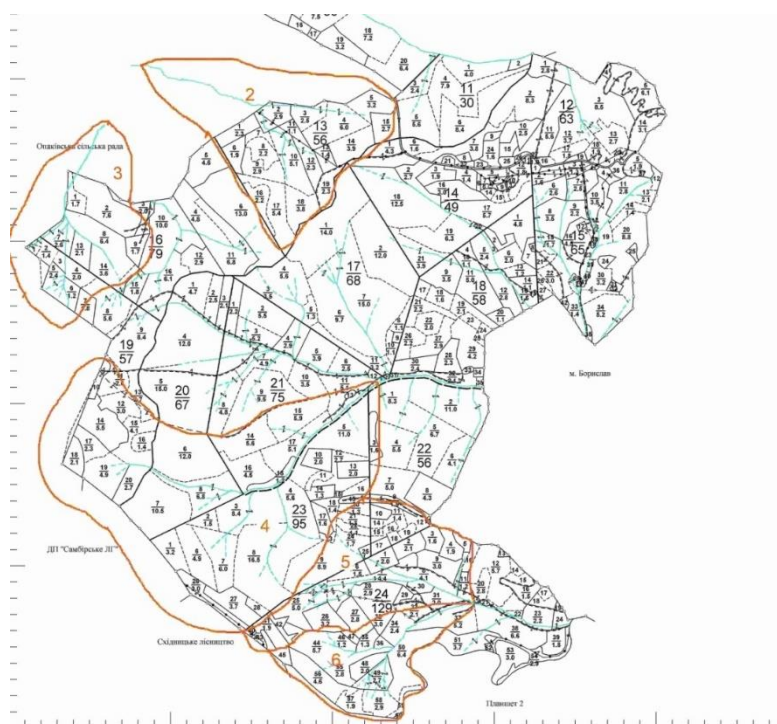


Рисунок 1 – Розташування водозборів 2 – 6

Кожний водозбір, залежно від співвідношення комплексу чинників, об’єднує лише йому притаманне співвідношення площ різних систем рубок у лісах (таблиця 2). Враховуючи відсутність на водозборах експлуатаційних лісів, тут майже не будуть застосовані суцільні рубки, які, порівняно з іншими способами, найсильніше змінюють умови формування стоку води з водозборів. На кожному з водозборів проектується рівномірно-поступові рубки, рідше застосовуються групово-поступові. Вузьколісосічні можуть проводитися лише на другому водозборі, тут є смерекові деревостани.

Таблиця 1 – Розподіл площі водозборів за категоріями земель

Водо-збір	Належить до басейну річки	Площа водо збору, га	Лісова площа, га	Вкрита лісом площа, га	Не вкрита лісом площа, га	Нелісова площа, га
1	Тисмениця	249,2	223,5	202,4	21,1	25,7
2	Бистриця	76,8	58,3	51,2	7,1	18,5
3	Бистриця	52,1	34,7	26,3	8,4	17,4
4	Тисмениця	178,3	172	165,1	6,9	6,3
5	Тисмениця	70,5	68,4	65,6	2,8	2,1
6	Тисмениця	59,2	55,7	53,8	1,9	3,5
Всього		686,1	612,6	564,4	48,2	73,5

Таблиця 2 – Площі рубок різних систем, га/%

№ водозбору	Система рубок			
	Рівномірно-поступова	Групово-поступова	Вузько лісосічна	Разом
1	35,8 / 68,5	17,3 / 31,5		53,1/100
2	12,1 / 64,4	-	6,8 / 35,6	18,9 /100
3	11,8 / 100	-	-	11,8 / 100
4	16,4 /41,6	22,1 / 58,4	-	38,5 /100
5	9,7 / 39,2	15,1 / 60,8	-	24,8 / 100
6	13,3 / 75,3	4,7 / 24,7	-	18,0 / 100

Розрахунки здійснено для реального дощу величиною 41 мм, характер випадання якого, зокрема інтенсивність на різних відтинках часу, тривалість дощу, отримано з матеріалів спостереження метеостанції, розташованої у м. Дрогобич. Моделювання гідрографів здійснено для двох випадків: до і після проведення рубок.

На основі розрахунків витрат води після кожного п'ятихвилинного інтервалу змодельовані гідрографи стоку до і після проведення рубок лісу (рисунки 2 і 3). Для кожного водозбору виділено максимальну за паводок витрату води (таблиця 3).

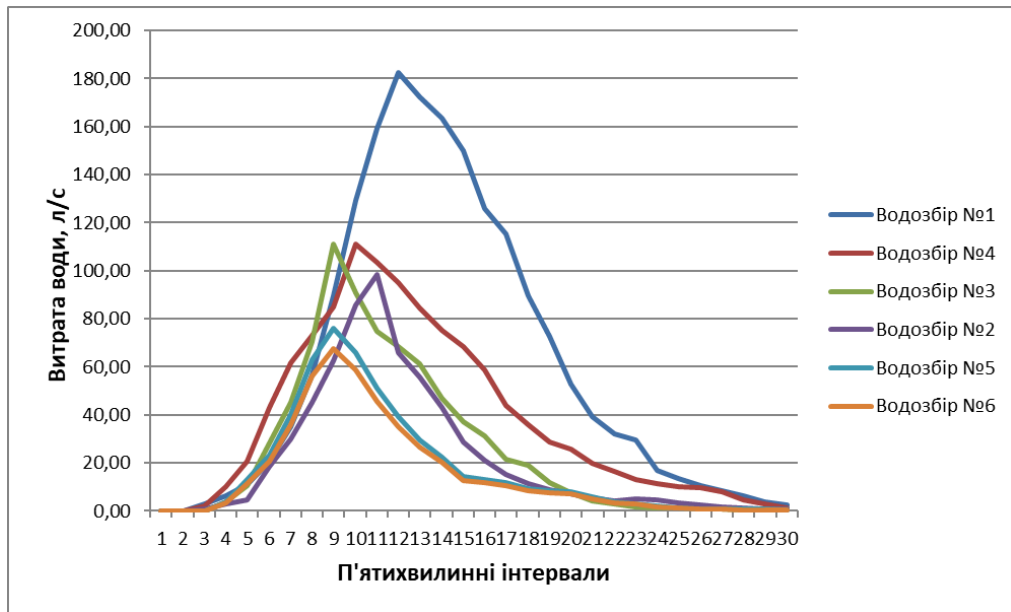


Рисунок 2 – Гідрограф стоку паводкових вод з дослідних водозборів до проведення рубок лісу

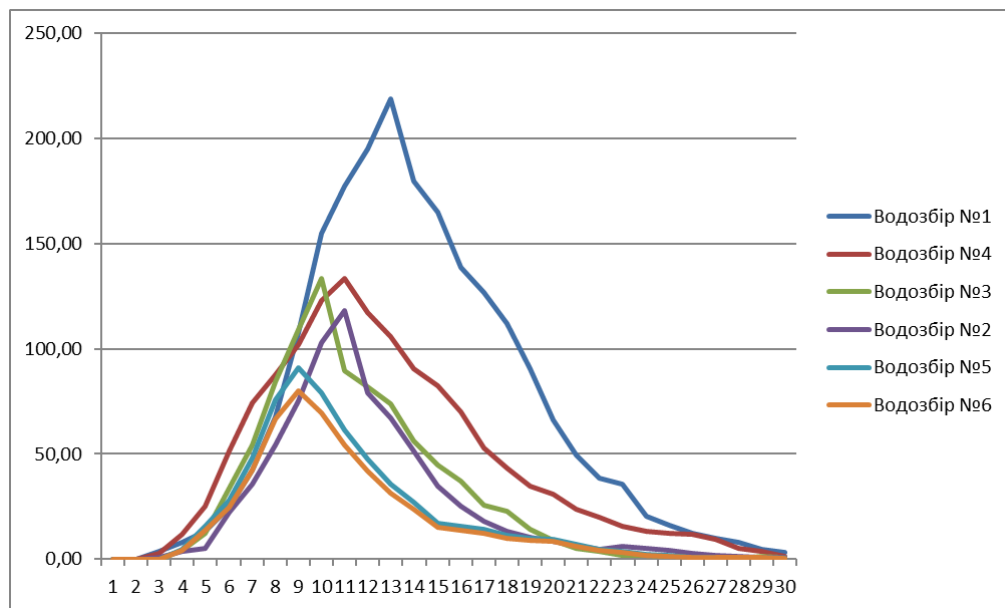


Рисунок 3 – Гідрограф стоку паводкових вод з дослідних водозборів після проведення рубок лісу

Таблиця 3 – Максимальні витрата (Q_{\max}) та модуль стоку (q_{\max}) з водозборів до і після проведення рубок лісу на них

Водозбір	До рубок		Після рубок	
	Q_{\max} , л/с	q_{\max} (л/с·га)	Q_{\max} , л/с	q_{\max} (л/с·га)
1	182,53	0,73	219,05	0,88
4	111,14	0,62	133,31	0,75
2	111,32	1,64	133,58	2,56
3	98,62	1,72	118,35	2,14
5	75,90	1,08	91,08	1,29
6	67,55	1,14	80,15	1,35

Опрацьована на кафедрі екології НЛТУ України та застосована нами методика розрахунку параметрів гідрографів стоку води з малих гірських водозборів до і після проведення на них рубок головного користування дозволяє оцінити вплив лісозаготівельного заходу на тривалість паводку та його максимальні витрати. Розрахунки показали, що на водозборі, де, окрім поступових рубок, заплановано проведення суцільно-лісосічної рубки, яскраво виражене збільшення максимального стоку.

Застосована методика може успішно використовуватися при плануванні лісоексплуатаційних заходів з урахуванням меж малих гірських водозборів. На основі запланованого об'єму проведення на водозборі рубок різних способів розраховується стік дощових паводків після рубок і оцінюється гідрологічний вплив таких заходів.

Список використаної літератури

1. Кульчицький – Жигайло І. Модель формування стоку дощових паводків з малого залісненого гірського водозбору / І. Кульчицький – Жигайло, Н. Козій //Ресурси природних вод Карпатського регіону. Проблеми охорони та раціонального використання/. Матеріали шістнадцятої міжнародної науково-практичної конференції (м.Львів, 26–27 травня, 2017р.): збірник наукових статей. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2017. – С. 42 – 46.

*Кузик І., доктор філософії (Ph.D) з наук про Землю
Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка*

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ, ЯК НАПРЯМ АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІН КЛІМАТУ (НА ПРИКЛАДІ БАСЕЙНУ РІЧКИ ГНІЗДЕЧНА)

Річка Гніздечна – права притока річки Гнізни (басейн р. Серет), довжина 39 км, площа басейну 264 км² [2]. Річка Гніздечна протікає через територію 4-ох територіальних громад Тернопільського району: Збараської, Байковецької, Великобірківської та Великогаївської. Починається в північно-західній частині села Кобилля Збараської територіальної громади (рис. 1а) і впадає в річку Гнізна на північно-східній околиці села Дичків Великогаївської територіальної громади (рис. 1б). Русло річки Гніздечної має звивисту (меандровану) форму, шириною від 0,5 до 8 метрів і глибиною до 1,5 метра. Нахил річки складає 1,8 м/км. Долина річки частково меліорована та зарегульована [2].



Рисунок 1 – Витік (а) та впадіння (б) річки Гніздечна

У структурі землекористування басейну річки Гніздечна основну частину займають землі сільськогосподарського призначення – 82%. Рівень розораності території становить 65%. Ліси охоплюють близько 10%, сіножаті та пасовища – 14%, багаторічні насадження – 2%. Забудовані території становлять 6%, землі, зайняті водою та болотами – 2%. (рис. 2) [4].

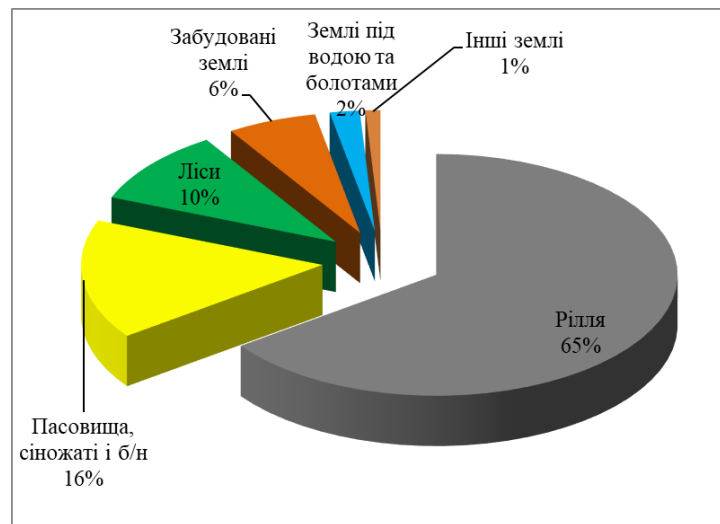


Рисунок 2 – Структура землекористування басейну річки Гніздечна [4]

Аналіз територіальних відмінностей співвідношення природних та антропогенних земельних угідь басейну річки Гніздечна показав значну їх диференціацію і відмінність від науково обґрунтованих норм (частка природних угідь 28%). Враховуючи основні засади концепції сталого розвитку нами розроблено оптимізаційну модель землекористування басейну р. Гніздечна (табл. 1), який знаходяться у зоні широколистяних лісів із нормативним показником лісистості – 23-40% [6]. Запропонована модель враховує загальносвітові тенденції щодо співвідношення площ угідь під природною рослинністю та антропогенних земельних ділянок (60:40) [5].

Таблиця 1 – Оптимізаційна модель структури землекористування басейну р. Гніздечна

Орні землі (наявна \ оптим), %	Забудо- вані землі	Землі під водою та болотами	Землі під лісами (наявна \ оптим), %	Пасовища, сіножаті, б/н (наявна \ оптим), %	Частка природної рослинності (наявна \ оптим), %
65 / 47	6,0	2,0	10 / 23	16 / 21	28 / 46

Відповідно до вимог Водної стратегії України частка орних земель (рілля) річкових басейнів повинна складати 47% [1]. У зв'язку з високим рівнем розораності басейну річки Гніздечна (65%), виникає потреба зменшити площу орних земель приблизно на 18%. З урахуванням природно-ландшафтних особливостей Тернопільської області, доцільно скорочувати рілля переважно за рахунок малопродуктивних ділянок, а також слабо- та середньоеродованих земель. Частина таких територій із нахилом більше 5° доцільно заліснити, що дозволить збільшити лісистість регіону приблизно на 13%. Інші площі з похилом менше 5° рекомендовано перетворити на сіножаті, пасовища або багаторічні насадження, що забезпечить підвищення їхньої

частки до 21%. Реалізація запропонованих заходів сприятиме збільшенню площі природних угідь у межах досліджуваної території з 28% до 46%.

За методикою Міжурядової групи з питань зміни клімату [2], нами оцінено вплив різних типів земельних угідь басейну річки Гніздечна на викиди та асиміляцією CO₂. Враховуючи усередненні показники впливу різних типів земель на зміни клімату в одиницях CO₂ еквіваленті на гектар (табл. 2) та просторовий аналіз структури землекористування басейну річки Гніздечна встановлено, що досліджувана територія є емітентом парникових газів. При сучасній структурі землекористування (станом на 2023 рік), земельні угіддя басейну річки Гніздечна продукують понад 8 тис. т. CO₂. За умови реалізації оптимізаційної моделі землекористування, досліджувана територія перейде із категорії емітента парникових газів до поглинача, поглинаючи близько 10 тис. т CO₂ щороку.

Таблиця 2 – Оцінка впливу земельних угідь басейну річки Гніздечна на зміни клімату в одиницях CO₂ еквіваленті на гектар

Категорія земель	Коефіцієнт тон CO ₂ екв на 1 га	Реальна площа угідь, га	Викиди парникових газів, тонн	Оптимальна площа угідь, га	Викиди парникових газів, тонн
Орні землі	1,18	16940,0	19 989,0	12 220,0	14 420,0
Пасовища і сіножаті	0,03	3610,0	108,0	6000,0	180,0
Лісові площі	-4,78	2474,0	-11 826,0	5200,0	-24 856,0
Землі під водою	0,0	170,0	0	170,0	0
Забудовані землі	0,0	1525,0	0	1525,0	0
Усього			8271,0		-10 256,0

Таким чином, у результаті проведеного дослідження встановлено, що природні угіддя займають 28% у структурі землекористування басейну річки Гніздечна. Для досягнення оптимального балансу земель необхідно зменшити рівень розораності на 18% та підвищити лісистість на 13%, переважно за рахунок малопродуктивних і сильноеродованих земель. Реалізація таких заходів сприятиме зменшенню продукування парникових газів (в еквіваленті CO₂) земельними угіддями басейну річки та змінить статус досліджуваної території із емітента на поглинача парникових газів. За рахунок збільшення площі лісів досліджувана територія зможе поглинати близько 10 тис. т CO₂ щороку.

Список використаної літератури

1. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року. Розпорядження КМУ від 09.12.2022. №1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>

2. Географія Тернопільської області. Т.1. Природні умови та ресурси. За ред. проф. Сивого М.Я. Тернопіль: Крок, 2017. 504 с.

3. Офіційний сайт Міжурядової групи з питань зміни клімату Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: <https://www.ipcc.ch>

4. Кузик І., Вітенко І., Царик В. Геоекологічна оцінка структури землекористування басейну малої річки Гніздечна. *Наукові записки ТНТУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*. 2022. №1(52). С. 219-225.

5. Царик Л.П. Географічні засади формування і розвитку природоохоронних систем Поділля: концептуальні підходи, практична реалізація. Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. 320 с.

6. Tsaryk L.P., Kovalchuk I.P., Tsaryk P.L., Zhdaniuk B.S., Kuzyk I.R. (2020). Basin systems of small rivers of Western Podillya: state, change tendencies, perspectives of nature management and nature protection optimization. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 29.(3), 606-620.

*Наконечний І.В., доктор біологічних наук, професор, Ряжських О.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

ЗИМОВА ДИНАМІКА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТУ-ПІДҐРУНТЯ В ЛАНДШАФТНО-РІЗНИХ ДІЛЯНКАХ ВОДОЗБОРУ РІЧКИ БЕРЕЗАНІ

Представлені результати глибокопрофільного (2 м) безперервного контролю зимового стану ґрунтового покриву різно-ландшафтних ділянок Сухого Степу в зоні приморських рівнин (лівобережжя Березанського лиману). Повсякденна інформація щодо пошарового стану ґрунту і підґрунтя в цілісних профілях, виконаного не в статичних, а в реально-динамічних умовах середовища, особливо в режимі онлайн-контролю, дозволяє виконання оперативного екологічного та аграрного моніторингу місцевостей, які першими стали піддаватись впливу сучасних кліматичних коливань.

Фізичні властивості і температурні режими ґрунту є первинними і визначальними параметрами щодо їх оцінки, як базисної ари існування суходільних біоценозів [1]. Водночас, ці ж самі параметри є ключовими щодо комплексу агрофізичних і агрохімічних умов, які характеризують потенціал родючості ґрунтів. Агрофізична характеристика є важливою складовою частиною теоретичного обґрунтування напрямків землекористування, вибору заходів землеробства, систем обробітку ґрунту і шляхів його еколого-раціональної експлуатації. З цих позицій контроль змін фізичних параметрів, які відображають зміни фізичних процесів ґрунту, є необхідним елементом моніторингу з метою оцінки стану земель і визначення найбільш ефективних прийомів їх збереження і підвищення родючості [5].

Існуюча практика дослідження і контролю стану ґрунтів до наявного часу закономірно має суто аграрну спрямованість, забезпечуючи пошук наукових засобів підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Традиційно цій меті відповідають статичні методи обліку основних фізико-

хімічних показників, чітко зосереджені на контролі стану родючого шару [3]. Стан підгрунтя і його фізичні властивості при цьому частково нехтуються, помітно обмежуючи цілісне уявлення про екологічний статус ландшафтно-різних ділянок та його біотопічні умови. На фоні панування епізодично-статичних засобів контролю стану ґрунтів методи їх контролю в оперативній (повсякденній) динаміці майже відсутні, обмежуючи можливості експлуатаційної оптимізації землекористування. Відповідно, метою роботи є контроль зимової динаміки фізико-хімічних параметрів ґрунту-підгрунтя, виконаний у ландшафтно-різних ділянках лівобережжя Березанського лиману (Миколаївська область).

Первинний етап досліджень проведений у ділянці мозаїчного агроландшафту лівобережжя Березанського лиману в районі села Їжицьке Очаківського району Миколаївської області. Вказана місцевість знаходиться у приморській рівнині в межах Сухого Степу, ґрунти якої містять остаточні змішано-перехідні ознаки південних чорноземів і типових каштанових форм. Товща пласту коливається від 0,21 до 0,28 м, сягаючи до 0,35–0,4 м у пониженнях. Лівобережжя Березанського лиману знаходиться в межах приморської рівнини з висотами 24–18 м, яка уздовж лиману формує обривисту берегову лінію з висотою 6–7 м. Кліматичні умови території досліджень у край посушливі, середньорічні опади періоду 2014–2024 рр. складають лише 341 мм, середньорічні температури $+10,8^{\circ}\text{C}$, що в умовах панування бризових вітрів спричиняє посилену випаровуваність ґрунтової вологи. Сніговий покрив за останні роки практично відсутній, періоди поверхневого промерзання ґрунту нестабільні й короткочасні. Більша частина приморського степу піддана оранці, частка якої в структурі земель сягає майже 78% [4, 7]. Природна рослинність типчаково-ковилового і типчаково-полинового типу збережена лише в балках та уздовж берегової лінії Березанського лиману. Польові лісосмуги майже відсутні і переважно деградовані.

Фактичним матеріалом для аналітичних узагальнень є авторські дані, накопичені за зимовий період польових досліджень ґрунтів (грудень 2024 р. – лютий 2025 р.). Додатковим матеріалом слугували літературні й картографічні дані щодо ґрунтів, ландшафтів, рослинності та агрогосподарчої діяльності в зоні досліджень. Ландшафтні характеристики території визначали відповідно Єдиної класифікації природних і антропогенно змінених ландшафтних комплексів [8], локальні біотопи – за їх ознаками відповідно Загальної класифікаційної схеми Національного каталогу біотопів [6].

Всього було обрано 4 дослідних майданчики: перший – на ділянці цілинної остаточного-степової рослинності, другий – на перелогах; третій – на оранці; четвертий – на полі під озимую пшеницею.

Базисним методом виконаних досліджень був метод бурового шурфування та облікової оцінки показників температури, вологості, рН і твердості ґрунту, фіксованих із інтервалом 0,5 м у профілі глибиною 2 м. Показники твердості визначали пенетрометром із лазерною фіксацією рівня горизонту виміру (модель ЛАН-М), вологість – ємнісними аналоговими

електронними датчиками вологості (модель SEN0193), рН фіксували електронним вимірювачем (модель TFA 481000), температуру – електронними датчиками (модель DS18B20). Всі вказані показники, окрім твердості ґрунту фіксували в безперервному режимі впродовж всього періоду сезонного контролю. Твердість ґрунту на різних глибинах досліджуваного профілю (2 м) визначали подекадно, щоразу виконуючи нове бурове шурфування. Картографічне відображення точок досліджень та їх висот фіксували на основі даних геосайту OpenStreetMap і геопорталу GIS Map Server.

Первинним елементом дослідження слугувала стратиграфічна деталізація ґрунту-підґрунтя в двометровому профілю. Структурний профіль по всіх досліджених точках був однорідним і включав (зверху вниз) ґрунтовий шар товщиною 0,2–0,3 м, розташований поверх суглинково-лесової товщі, потужність якої виходить за нижню межу двометрового профілю. Остання по мірі поглиблення втрачає зернистість і набуває однорідної ущільненості. Присутність білозірки простежується саме в зернистому суглинку на глибинах від 0,9 до 1,2 м. Поверхневий ґрунт типологічно тяжіє до темно-каштанових форм із наявністю підґрунтового-затемненого прошарку товщиною від 6 до 10 см.

Результати обліку фізичних показників стану ґрунтів у ландшафтно-різних ділянках дослідних майданчиків приведені в таблиці 1.

Наведені в таблиці 1 дані демонструють низку явищ, які мають важливу екологічну та агрогенну сутність. Так, досить неочікуваною виявилась порівняно висока і відносно стала вологість підґрунтового шару, яка на початку зимового сезону була практично однаковою по всіх різноландшафтних ділянках, підданих дослідженню. Це свідчить про провідну роль типологічно-стратиграфічного базису ґрунтового масиву щодо характеристик сезонного вологонакопичення і вторинну значимість стану поверхневого шару. Більш очікуваними були значно суттєві відмінності глибокопрофільної вологості в залежності від характеру поверхні, особливо для цілинно-степових площ.

Також і в плані динаміки пошарових температур встановлені більш виражені відмінності, зумовлені специфікою підґрунтя та глибиною окремих шарів. По суті основні зміни в розрізі добових і сезонних температур обмежуються лише поверхневою товщею у межах 0–0,5 м, тоді як більш глибокі товщі у край повільно і лише в незначних межах (від 2,6 °С до 3,1 °С в залежності від глибини) реагують на зміни температур повітря і поверхні ґрунту. Остання у край динамічно проявляє залежність від температури, структури ґрунтової поверхні, рівня освітленості та наявності рослинного покриву.

Досить мінімальними були і зміни показника рН ґрунту та підґрунтя, вказуючи на потужну стабілізаційну дію ґрунтового масиву щодо тих чи інших чинників, здатних зміщувати рівень хімічної рівноваги середовища. Загальний фон за встановленими рівнями рН тяжіє до 7,2, що в цілому нижче очікуваних характеристик каштанових ґрунтів Сухого Степу, які відрізняє відносно висока лужність на межі 7,8–8,0 [2].

Таблиця 1 – Усередненні щомісячні параметри у досліджуваних профілях ґрунту-підґрунтя (зверху вниз)

Глибина профілю, м	Цілина				Перелogi				Оранка				Озимина			
	Вологість, %	pH, один.	Твердість, кг/см ²	T, °C	Вологість, %	pH, один.	Твердість, кг/см ²	T, °C	Вологість, %	pH, один.	Твердість, кг/см ²	T, °C	Вологість, %	pH, один.	Твердість, кг/см ²	T, °C
Грудень																
0 м	9,0	7,1	14,4	4,9	10,0	7,0	12,1	4,8	11,0	7,1	10,3	4,4	10,0	7,1	14,8	4,7
0,5 м	18,0	7,1	34,7	6,5	22,0	7,1	36,5	6,4	21,0	7,2	27,4	6,0	19,0	7,2	28,1	6,3
1,0 м	27,0	7,2	42,7	9,2	27,0	7,2	42,3	9,2	26,0	7,2	38,3	9,1	27,0	7,3	40,3	9,2
1,5 м	23,0	7,4	41,4	10,9	25,0	7,3	41,8	11,0	24,0	7,3	42,8	11,1	25,0	7,3	42,2	11,1
2,0 м	17,0	7,5	43,7	12,7	23,0	7,4	43,4	12,8	22,0	7,4	43,0	12,7	25,0	7,4	42,7	12,5
Січень																
0 м	12,0	7,1	14,0	4,8	12,0	7,1	10,7	4,7	11,0	7,1	9,8	4,4	11,0	7,1	13,4	4,7
0,5 м	28,0	7,2	24,3	5,6	29,0	7,1	28,9	5,6	28,0	7,1	25,3	5,3	25,0	7,2	24,8	5,7
1,0 м	27,0	7,2	41,9	8,0	27,0	7,2	42,0	7,9	26,0	7,2	40,1	7,8	28,0	7,2	41,1	8,1
1,5 м	20,0	7,4	41,9	9,4	26,0	7,2	42,2	9,3	24,0	7,3	41,6	9,0	25,0	7,3	42,1	9,1
2,0 м	17,0	7,4	42,8	11,0	25,0	7,4	43,1	11,1	24,0	7,4	42,2	10,8	22,0	7,4	42,0	10,7
Лютий																
0 м	10,0	7,0	18,0	1,6	9,0	7,0	9,8	1,7	10,0	7,1	9,8	1,6	11,0	7,1	13,7	1,6
0,5 м	30,0	7,1	24,2	3,4	32,0	7,1	23,1	3,8	34,0	7,2	20,4	3,6	28,0	7,2	20,4	3,7
1,0 м	28,0	7,2	42,4	6,4	28,0	7,2	41,9	6,6	27,0	7,2	38,9	6,5	28,0	7,3	40,8	6,5
1,5 м	23,0	7,4	41,0	8,0	27,0	7,3	42,0	8,2	24,0	7,3	41,9	8,1	26,0	7,3	41,7	8,0
2,0 м	18,0	7,4	43,2	9,8	26,0	7,3	42,9	10,1	22,0	7,4	42,8	10,0	24,0	7,4	42,4	9,8
За сезон	20,5	7,2	34,0	7,3	23,2	7,2	33,5	7,5	22,3	7,2	31,6	7,7	22,3	7,2	32,7	7,8

Значно вагомими виявились і дані щодо змін твердості ґрунтових товщ у межах двометрового профілю. Основна динаміка показнику спостерігається на глибинах до 1 м, частково коригуючи з рівнями зволоженості ґрунту і ландшафтним типом місць дослідження. На глибинах більше 1 м твердість лишається практично незмінною і не залежить від стану поверхні та характеру рослинності.

Узагальнюючи результати попередньо описаних досліджень фізичного стану ґрунтового покриву в глибоких профілях можливо сформулювати декілька головних висновків. Так, хоча дані щодо зимово-сезонного стану ґрунту-підґрунтя загалом демонструють відомі закономірності зміни показників та їх динаміки в профілі, проте показують й чисельні особливості, можливо пов'язані з локально-типологічною специфікою ґрунтового покриву. Водночас, вперше виконаний безперервний контроль основних фізичних показників стану ґрунтового покриву в глибоких профілях відкриває можливості більш детального розуміння процесів, які відбуваються в динамічно змінних умовах середовища. Повсякденна інформація щодо пошарового стану ґрунту і підґрунтя в цілісних профілях, виконаного не в статичних, а в умовах реальної динаміки середовища, тим паче в режимі онлайн-контролю, дозволяє проведення оперативного екологічного та

аграрного моніторингу. Накопичення подібної інформації буде слугувати базисною основою для сезонної та багаторічної оцінки стану ґрунтового покриву, формування дієвих агроекологічних прогнозів та відповідної реакції у вигляді обрання найбільш раціональної тактики землекористування.

Особливо актуальною є детальна та тривала за часом інформація щодо фізичного стану ґрунтів приморських степів, які першими стали піддаватись впливу кліматичних коливань останніх десятиріч. Саме вивчення реакції ґрунтових екокомплексів Сухого Степу на сумісний вплив природних та агрогенних чинників здатні відкрити шляхи до оптимізації землекористування в сучасних умовах.

Перспективи подальших досліджень безперечно вимагають розширення просторово-часової бази контролю ґрунтових профілів дослідних майданчиків із охопленням ділянок, розташованих у зонах поширення типологічно інших ґрунтів та іншої стратиграфічної структури підґрунтя. Накопичення даних із ділянок на різнотипових ґрунтах дозволить виконання порівняльних аналітичних узагальнень і встановлення певних корелятивних взаємозв'язків, важливих у системі вивчення дрібно-локальних екологічних характеристик ґрунтових екокомплексів.

Список використаної літератури

1. Lal R., Bouma J., Brevik E. et al. Soils and sustainable development goals of the United Nations: An International Union of Soil Sciences perspective. *Geoderma Regional*, 2021, Vol. 25, e00398. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00398>
2. Гаськевич В. Г., Папіш І. Я., Телегуз О. Г.. Фізика ґрунтів. Лабораторний практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – 170 с.
3. Гнатів П. С., Лагуш Н. І., Гаськевич О. В. Морфологічна і фізико-хімічна діагностика ґрунтів. Львів : Магнолія 2006, 2024. 170 с.
4. Макарова Г.А., Троїцький М.О., Попова М.М. Деградація ґрунтів Миколаївської області: причини виникнення та сучасний стан. *Наукові праці ЧДУ ім. Петра Могили. Серія Екологія*. Миколаїв. 2010. Вип.119. С.74-79.
5. Медведєв В.В., Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В. Фізика ґрунту. К.: Видавництво, 2018. 289 с.
6. Національний каталог біотопів України. За ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. Київ: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. 442 с.
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2023 році. Миколаїв: МОДА. 2024. 215 с. <https://ecolog.mk.gov.ua/store/files/1726829952.pdf>
8. Сорокіна Л.Ю. Єдина класифікація природних і антропогенно змінених ландшафтних комплексів. К.: Вид-во «Сталь», 2019. 105 с. <https://igu.org.ua/sites/default/files/igu-files/mono/land-clas-2019.pdf>

*Дудин Р., кандидат с.-г. наук, доцент, Король І., аспірант, Мись Я., аспірант
Національний лісотехнічний університет України*

СТАН НАСАДЖЕНЬ ТА ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ ПАРКУ-ПАМ'ЯТКИ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА У С. ТАРТАКІВ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва становлять для нашої держави значну культурну, історичну, естетичну, дендрологічну цінність, причому Львівщина досить багата такими об'єктами [2].

Метою роботи є аналіз архітектурно-просторової організації території садибного парку в с. Тартаків Сокальського району, оцінка сучасного стану насаджень та території загалом, розробка проектних рішень щодо покращення умов рекреації та зовнішнього виду парку за рахунок заходів з озеленення та благоустрою.

Об'єктом дослідження у даній роботі є парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення у с. Тартаків Сокальського району. Площа парку – близько 5,0 га.

Перша згадка про Тартаків відноситься до 1426 р., друга – до 1587 р., коли поселення належало родині Тржчинських, а магдебурзьке право отримало від короля Яна III Казимира у 1685 р.. У селищі зберігся старовинний костел XVIII ст., однак найбільшою його окрасою є пейзажний парк із палацом [1].

Палац побудовано з ініціативи Збігнева Лянцкоронського у 1896 р. на підвалинах оборонного замку Потоцьких (XVII ст.). Саме з XVII ст. Тартаків став головною резиденцією Фелікса (Щенсного) Казимира Потоцького. Після того, як він побудував Кристинопіль (сучасний Червоноград), у Тартакові оселився його племінник – Францішек Салезі Потоцький (1700-1772). У 1781 р. тартаківський і кристинопільський маєтки в Потоцьких викуповує князь Адам Понінський, який, через борги, змушений був передати майно спочатку австрійському уряду, а потім Феліціану Росновському. У 1849 р. Тартаків, як посаг доньки Росновського, Розі, переходить в руки Лянцкоронських, які реконструювали його на італійський манер. На початку XX ст. (до 1929 р.) Тартаковом володіли Урбанські. Остання власниця палацу, Марія Урбанська, загинула в Сибіру в 1940 р.

Нині палац, а разом з ним і парк, мають малопривабливий вигляд. Створений як двоповерхова цегляна споруда у стилі французького необароко, палац прикрашала багата ліпнина, яка частково збереглася і донині. З півдня до палацу приєднаний Г-подібний господарський корпус із конюшнями (рис. 3.3). На ілюстраціях минулих років проглядається курдонер перед входом до будівлі. Також поряд із палацом, серед кущів та трав'яної рослинності, виявлено бетонну чашу, яка в минулому, напевне, була фонтаном.

Від в'їздної брами до палацу вела алея із лип та грабів, вимощена цеглою. Брама збереглася досить добре, навіть металеві конструкції, вмонтовані в доріжку

По периметру парку збереглася огорожа, мурована з цегли; подекуди в ній трапляються отвори для проходу до навколишніх полів та городів.

На даний час у парку знаходиться стадіон, який використовується для масових заходів селища. Через це довкола нього влаштовані стихійні місця для відпочинку, територія засмічена і сильно витоптана, що псує загальний вигляд паркової території.

За даними інвентаризації, якою обліковано 388 дерев, видова структура парку формується 21 видом дерев та чагарників.

Найбільшим представництвом відзначаються такі деревні рослини: ясен звичайний (36,08%), граб звичайний (18,04%), липа дрібнолиста (14,9%), гіркокаштан звичайний (6,9%), робінія звичайна (5,9%), яблуня звичайна (4,38%). Ці породи становлять 86,2% від загальної кількості дерев. Інші займають 13,8%. При цьому 7 видів (2,5 % від загальної кількості) представлені лише 1-2 екземплярами.

Оскільки парк є старовинним, серед його насаджень зростає багато дерев-довгожителів. Найбільшу окружність стовбура мають: ясен звичайний (280, 298, 312, 320, 348 см), робінія звичайна (267, 295, 301 см), липа дрібнолиста (284 см), тополя чорна (260 см), гіркокаштан звичайний (206, 250 см). Близько десяти дерев мають окружність стовбура 90-100 см.

У парку суттєво переважають дерева, санітарний стан яких добрий (54,4%). Дерев із задовільним станом складають 43%, і лише 2,6% - це дерева, стан яких визнаний незадовільним.

Найбільш поширеними видами уражень, виявленими у процесі інвентаризації, є сухі гілки на світлолюбних породах, механічні пошкодження, глибока серцевинна гниль, прикоренева гниль, дупла. Також виявлені всихаючі, суховершинні, аварійні дерева та дерева віднесені в рубку. До дерев, що потрібно вирубати, відносяться: ясен звичайний – 3 шт., робінія звичайна – 1 шт., липа дрібнолиста – 1 шт., граб звичайний – 1 шт., черешня звичайна – 2 шт.

У парку відсутні впорядковані доріжково-стежкові маршрути, а також звичні елементи благоустрою – лави та ліхтарі, що створює дискомфорт для відвідувачів та погіршує умови відпочинку.

Проектними пропозиціями пропонується функціональне зонування території парку, зокрема виділяються парадна, спортивна, прогулянкова, утилітарна та санітарно-захисна зони [3].

Першочергова увага приділяється території поблизу палацу, який хоч і є нині напівзруйнований, однак в майбутньому може стати цікавою архітектурною домінантою. Перед входом до палацу влаштовуємо курдонер – круглу клумбу, довкола якої прокладена кругова доріжка. У минулому такі елементи створювали для зручного розвороту кінних екіпажів, які привозили гостей до палацу. На цьому курдонері ми пропонуємо висадити кругові композиції із туї західної ‘Danica’, бордюр із самшиту вічнозеленого, живопліт із бирючини звичайної, а також окремі екземпляри туї західної ‘Smaragd’ та ‘Globosa’. Від решти території курдонер буде відділяти напівкругла посадка із сливи Піссарда.

Перед входом до палацу, з обох боків пропонується висадити клен гостролистий ф. куляста, сумах пухнастий та клен ясенелистий ф. біло строката. Ближче до деревного масиву будуть зростати ялина колюча ф. сиза та бук лісовий ф. пурпурова. З північного боку від палацу планується висадити сосну Банкса, багряник японський та ялину колючу ф. сиза.

Довкола спортивного майданчика, в якості доповнення, пропонуємо підсадити до існуючих дерев бук лісовий ф. пурпурова, сосну Банкса, багряник японський, клен сріблястий.

У периметральній посадці, яка формує санітарно-захисну зону довкола парку, пропонуємо висадити бук лісовий ф. пурпурова, багряник японський, сосну Банкса, катальпу бігнієподібну та клен сріблястий. Дерев висаджуються невеликими групами по 2-3 екземпляри і будуть створювати цікаві декоративні акценти на фоні існуючих насаджень.

На території парку передбачається висаджування 15 нових видів дерев і чагарників. Частина кущів формуватиме живоплоти. Запроектовано створення нового садово-паркового газону та розраховано необхідну кількість насіння.

Загалом проектні пропозиції, викладені в роботі, спрямовані на покращення естетичного вигляду паркової території, яка на сьогодні є занедбаною та позбавленою необхідних елементів. Введення до складу насаджень нових видів декоративних рослин розширить існуючий асортимент та підвищить декоративність, а встановлення необхідних малих архітектурних форм та елементів благоустрою створить сприятливі умови для відпочинку.

Список використаної літератури

1. Дудин Р. Б. Старовинні парки Львівщини : монографія. Львів : видавництво «Новий Світ – 2000», 2019. 186 с.
2. Дудин Р. Б., Багацька О. М., Фітак М. М. Деструктивні процеси у паркових насадженнях та шляхи їх усунення. *The process and dynamics of the scientific path: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the I International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 1), February 26, 2021. Athens, Hellenic Republic: European Scientific Platform. P. 109-111.*
3. Дудин Р. Б., Роговський С. В., Крупа Н. М. Консервація, реставрація та реконструкція садово-паркових об'єктів: навч. посібник. Львів: видавництво «Новий Світ – 2000», 2021. 258 с.

¹Хоменко О., кандидат хімічних наук, доцент, ¹Жицька Л., кандидат біологічних наук, доцент, ²Папач В., ²Видра Н., ²Бондаренко Ю.
¹Черкаський державний технологічний університет
²Державна установа «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України»

МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ НА ВМІСТ НІТРАТІВ

Головними джерелами надходження нітратів до організму людини є продукти харчування та питна вода [1]. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), до 20–35% випадків онкологічних захворювань можуть бути пов'язані із вживанням неякісної питної води, а рак товстого кишечника та сечового міхура, безпосередньо обумовлені споживанням забрудненої води. Тому для Черкаської області питання забезпечення населення безпечною та якісною питною водою залишається актуальним. До найбільш вагомих проблем по водозабезпеченню населення якісною питною водою відносять незадовільний технічний стан водопровідних мереж, забруднення поверхневих водоем та підземних водних горизонтів, застарілі технології водопідготовки, відсутність належного виробничого лабораторного контролю тощо. ДУ «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України» згідно із планами моніторингових досліджень об'єктів навколишнього природного середовища щорічно проводить від 13 до 15 тисяч лабораторних досліджень проб питної води із джерел централізованого водопостачання за санітарно-хімічними, мікробіологічними, вірусологічними, паразитологічними та радіологічними показниками (рис. 1).

Аналіз рис.1 показує, що починаючи з 2022 року спостерігається динаміка зростання питомої ваги відхилень санітарно-хімічних показників якості питної води джерел централізованого водопостачання від гігієнічних нормативів [2].

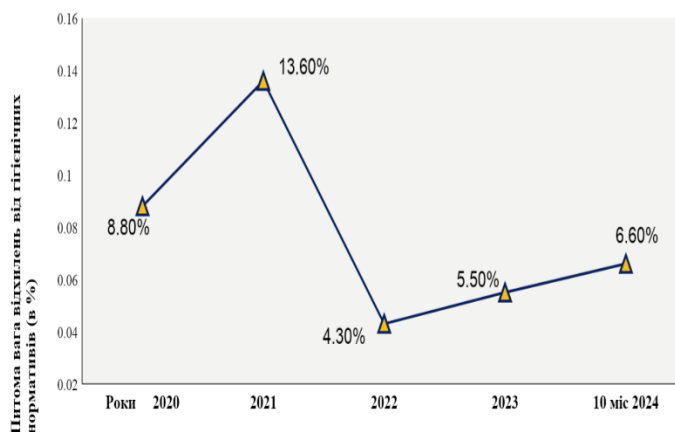


Рисунок 1 – Питома вага відхилень у воді джерел централізованого водопостачання Черкаської області за санітарно-хімічними показниками

Найбільш питома вага таких відхилень характерна для Золотоніського (26,0%) та Черкаського (5,9%) районів (рис.2).

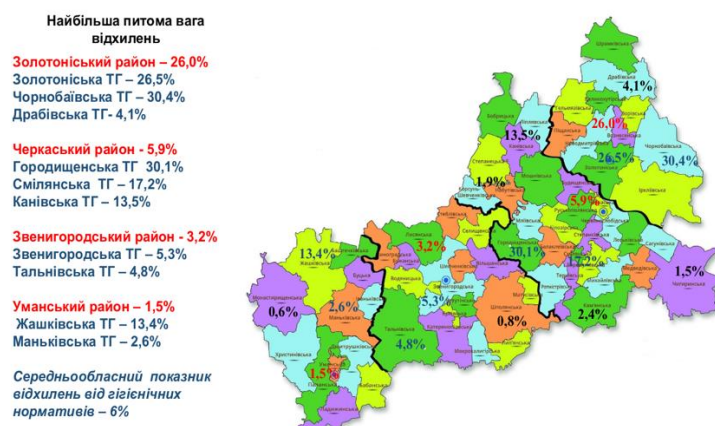


Рисунок 2 – Результати досліджень питної води централізованих джерел Черкаської області за санітарно-хімічними показниками за 2020 - 2024 р.р. у розрізі територіальних громад

Результати лабораторних досліджень проб питної води джерел нецентралізованого водопостачання за 2020-2024 р.р. показують найбільшу питому вагу відхилень від нормативних показників для Звенигородського (46,9%) та Уманського (44,5%) районів (рис.3).

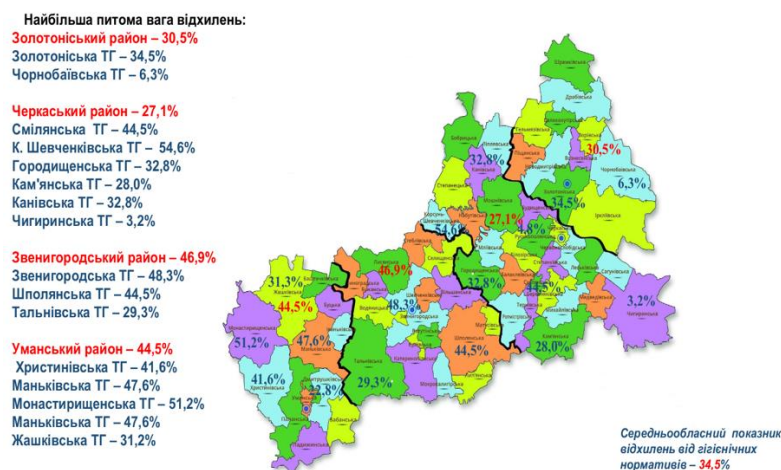


Рисунок 3 – Питома вага відхилень у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання Черкаської області за санітарно-хімічними показниками у 2020-2024 р.р

Результати досліджень якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання у розрізі територіальних громад на вміст нітратів за 2024 р. представлені на рисунку 4.

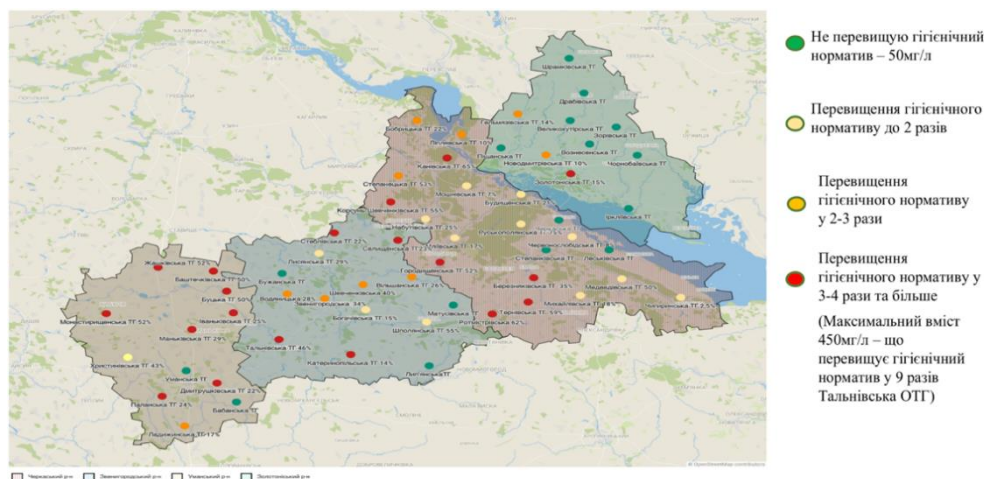


Рисунок 4 – Результати досліджень води питної джерел нецентралізованого водопостачання Черкаської області на вміст нітратів у розрізі територіальних громад.

Максимальний вміст нітратів у питній воді, що становить 450 мг/дм³, виявлено для Тальнівської територіальної громади, що в 9 разів перевищує гранично - допустиму концентрацію, що становить не більше 50 мг/дм³ відповідно до вимог державних санітарних правил і норм [2]. Перевищення нітратних навантажень на організм людини негативно впливає на стан здоров'я.

Основними джерелами забруднення питної води нітратами є органічні речовини, стічні води, кислотні дощі та неконтрольоване застосування мінеральних добрив. Такий підвищений рівень вмісту нітратів у воді є токсичним не лише для дітей, а й для дорослої людини [3]. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є очищення води, що забруднена нітратами, на станціях комплексного очищення води, що потребує певних матеріальних витрат.

Список використаної літератури

1. Нітрати у воді: веб-сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ecosoft.ua/ua/blog/nitraty-v-vode/>.
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» від 12.05.2010 р. №400: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>.
3. Хоменко О.М., Кравченко Л.М., Жицька Л.І., Бондаренко Ю.Г. Еколого - гігієнічна оцінка надходження нітратів в організм людини з питною водою. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2022, №4. С.67–76.

*Заїка Д.С., студентка 1м курсу спеціальності 101 «Екологія»
Сумський національний аграрний університет*

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ТА БІОІНДИКАЦІЙНІ МЕТОДИ В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Зростаюча урбанізація загострює проблему забруднення атмосферного повітря, що вимагає комплексного підходу до оцінки його якості [10]. Моніторинг повітря регламентований державним положенням [12], проте традиційні інструментальні методи, незважаючи на точність, мають часові та просторові обмеження [2]. За даними ВООЗ, забруднення повітря є одним із головних факторів ризику для здоров'я, що особливо актуально для України з її застарілими виробничими фондами та зростаючою кількістю автотранспорту [2].

Повітряне середовище міст характеризується специфічним поєднанням природних та антропогенних факторів, які формують складну багатокомпонентну систему забруднення. Зростання промислових викидів, збільшення кількості транспортних засобів призводять до формування стійких зон забруднення, які негативно впливають на здоров'я населення та стан міських екосистем [10].

Інструментальні методи моніторингу регулюються нормативними документами: ДСТУ 8725:2017 [6], ДСТУ 8726:2017 [7] та ДСТУ 8812:2018 [8]. Автоматизовані системи моніторингу, як «ЕкоІнспектор» [11], забезпечують контроль викидів, але мають обмеження: висока вартість обладнання, складність створення мережі постів та оцінки кумулятивного ефекту забруднювачів [2]. Методи поділяються на автоматичні, напіваавтоматичні та мануальні [10], а за часовим режимом - на безперервні, періодичні та епізодичні [11].

Класична система інструментального моніторингу атмосферного повітря базується на мережі стаціонарних постів спостереження, які обладнані приладами для відбору проб та аналізу концентрацій забруднювачів. Основними забруднювачами, які підлягають обов'язковому контролю, є оксиди сірки та азоту, оксид вуглецю, озон, завислі частки та важкі метали. Результати інструментальних вимірювань використовуються для розрахунку індексів забруднення атмосфери та оцінки відповідності концентрацій забруднювачів нормативам ГДК [10].

Обмеженням інструментальних методів є їх локальність - вони надають інформацію про концентрації забруднювачів у конкретних точках відбору проб, що не дозволяє отримати повну картину забруднення для всієї території міста. Крім того, інструментальні методи не враховують синергетичний ефект від одночасної дії різних забруднювачів [2].

Біоіндикація як доповнення до інструментальних методів дозволяє оцінювати стан середовища за реакцією живих організмів [3]. Переваги: низька вартість, виявлення забруднювачів на ранніх стадіях, оцінка

кумулятивного впливу [4]. Найбільш цінними біоіндикаторами є види з вузьким діапазоном толерантності до дії екологічних факторів [3].

Теоретичні засади біоіндикації ґрунтуються на концепції екологічної пластичності видів та принципі лімітуючих факторів. Кожен вид має певний діапазон толерантності до дії екологічних факторів, при виході за межі якого відбуваються порушення життєвих функцій організму. Важливою особливістю біоіндикації є її здатність відображати інтегральний вплив усіх присутніх у середовищі забруднювачів протягом тривалого часу [4].

Серед методів біоіндикації виділяють: дослідження флуктуючої асиметрії листків берези повислої, ліхеноіндикацію та оцінку стану хвойних порід [4]. Метод флуктуючої асиметрії передбачає вимірювання морфометричних параметрів листків та розрахунок показників асиметрії [3, 4]. Ліхеноіндикація ефективна, оскільки лишайники чутливі до забруднювачів і не мають захисних покривів [3].

Метод флуктуючої асиметрії базується на принципі, що в нормальних умовах розвиток правої та лівої частин білатерально-симетричних структур відбувається узгоджено. Будь-які відхилення від симетрії свідчать про порушення стабільності розвитку організму під впливом стресових факторів [3]. Вимірюють такі параметри як довжина жилки другого порядку, відстань між основами жилок, кут між головною та другою жилкою [4].

Ліхеноіндикація є інформативним методом біоіндикації забруднення атмосферного повітря. Лишайники чутливі до забруднення через відсутність захисних покривів [3]. На забрудненість повітря вони реагують зміною видового складу, скороченням проективного покриття та морфологічними змінами талому. Найбільш чутливими до забруднення є куцисті лишайники, менш чутливими - листуваті, найбільш стійкими - накипні [4].

Порівняльний аналіз інструментальних та біоіндикаційних методів виявляє їх взаємодоповнюючий характер [2]. Інструментальні методи дають точні кількісні дані у конкретний момент часу [6, 7, 8], біоіндикаційні - відображають кумулятивний вплив за тривалий період [3]. Інструментальні методи контролюють дотримання нормативів ГДК [10], біоіндикаційні - оцінюють наслідки для живих організмів [3, 4].

За часовим аспектом інструментальні методи фіксують стан повітря у момент відбору проб, тоді як біоіндикаційні дозволяють оцінити вплив забруднення за тривалий період. За просторовим охопленням інструментальні методи обмежені кількістю постів спостереження, тоді як біоіндикаційні можуть покривати значно більшу територію без збільшення витрат. За специфічністю інструментальні методи визначають концентрації конкретних забруднювачів, тоді як біоіндикаційні оцінюють інтегральний вплив усіх забруднювачів [2].

Комплексний підхід до екологічного моніторингу атмосферного повітря, запропонований Бахаревим В.С. [2], передбачає інтеграцію обох типів методів і включає: створення мережі постів [11], використання автоматизованих систем [11], проведення біоіндикаційних досліджень [3, 4], інтеграцію даних [2] та розробку комплексних індексів [10].

Переваги комплексного підходу: повніша картина забруднення атмосферного повітря [6-8, 3] виявлення "прихованого" забруднення [4] та оптимізація витрат на моніторинг [2, 10]. Впровадження має відбуватися поетапно і включати формування індексів якості повітря [3, 4, 10].

Комплексний підхід актуальний в контексті реалізації екологічної стратегії України [9] та європейської інтеграції [13, 14]. У країнах ЄС успішно поєднуються інструментальні та біоіндикаційні методи [2, 4, 10]. Європейський досвід демонструє ефективність інтегрованого підходу до екологічного моніторингу. Так, у Німеччині діє система комплексного моніторингу, яка поєднує мережу автоматизованих постів інструментального спостереження з регулярними біоіндикаційними дослідженнями [10].

Таким чином, комплексний підхід до екологічного моніторингу атмосферного повітря є найбільш ефективним способом оцінки його якості в урбанізованих територіях [2, 4, 10]. Він забезпечує отримання всебічної інформації про стан повітря, дозволяє виявляти негативні тенденції та розробляти заходи щодо покращення екологічної ситуації [3, 4], відповідаючи сучасним європейським стандартам [9, 13] та забезпечуючи захист здоров'я населення та стану міських екосистем [4, 10].

Список використаної літератури

1. Бахарєв В. С. Комплексна система екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем. Кременчук: КрНУ імені Михайла Остроградського; Суми: СумДУ, 2018. 171 с.
2. Біоіндикація: навч. посіб. / уклад. В. О. Слободян. Івано-Франківськ, 2004. 194 с.
3. Моніторинг довкілля: підручник / В. М. Боголюбов, М. О. Клименко, В. Б. Мокін та ін.; за ред. В. М. Боголюбова. 2-ге вид., перероб. і доп. Вінниця: ВНТУ, 2010. 232 с.
4. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.
5. ДСТУ 8725:2017. Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Методи визначення швидкості та об'ємної витрати газопилових потоків. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 39 с.
6. ДСТУ 8726:2017. Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Методи визначення тиску та температури газопилових потоків. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 29 с.
7. ДСТУ 8812:2018. Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Наставови з відбирання проб. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 46 с.
8. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 20.04.2025).
9. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля: підручник. Київ: Академія, 2006. 360 с.

10. Мокін В. Б., Мокін Б. І., Псарьов Г. Ю., Зіскінд Ю. Л. та ін. Автоматизована система екоінспекційного контролю стану забруднення довкілля України та викидів, скидів і відходів «ЕкоІнспектор»: методичний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. 128 с.

11. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» від 30.03.1998 р. № 391. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-п> (дата звернення: 20.04.2025).

12. Постанова Кабінету Міністрів України «Про порядок функціонування національної системи оцінки антропогенних викидів та абсорбції парникових газів, які не регулюються Монреальським протоколом про речовини, що руйнують озоновий шар» від 21.04.2006 р. № 554. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-2006-п> (дата звернення: 20.04.2025).

13. Указ Президента України «Про координатора заходів щодо виконання зобов'язань України за Рамковою Конвенцією ООН про зміну клімату та Кіотським протоколом до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату» від 12.09.2005 р. № 1239/2005. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1239/2005> (дата звернення: 20.04.2025).

*Таврель М., старший викладач кафедри БПОД
ТОВ Технічний університет «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»*

КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ВОДНИЙ РЕЖИМ СХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Упродовж останніх десятиліть східний регіон України, зокрема Донецька, Луганська, частини Харківської, Дніпропетровської та Запорізької областей, демонструє помітні ознаки кліматичних змін, які відображаються як у зростанні середньорічної температури, так і у зміні режиму опадів. Ці процеси суттєво впливають на стан водних ресурсів, формування стоку, вологозабезпечення ґрунтів і загальну стабільність гідрологічного циклу.

Аналіз даних метеоспостережень за останні 30 років свідчить про стійку тенденцію до підвищення середньорічної температури в регіоні на 0,2–0,4 °С за десятиріччя. За даними Українського гідрометеорологічного центру [1], середньорічна температура в регіоні зросла з +8,3 °С (1984 р.) до +10,1 °С (2022р.), що становить приріст на 1,8 °С за 38 років. Найбільш інтенсивне потепління спостерігається у літній період, що посилює випаровування з поверхні ґрунту та водних об'єктів. Такі зміни негативно впливають на водний баланс та сприяють частішому виникненню посух.

Опади у східній Україні також зазнали змін: загальний обсяг зменшується, але інтенсивність короточасних злив зростає. Це призводить до нерівномірного розподілу вологи протягом року, зменшення ефективного зволоження ґрунтів, ерозії, а також до ризиків локального підтоплення у разі

надмірних опадів у короткий проміжок часу. У межах регіону спостерігається зменшення річної суми опадів на 5–10% за останні 30 років, особливо у південному сході, де вона знизилася з 470 мм до 420 мм на рік [1]. При цьому збільшилася кількість днів з екстремальними зливами (більше 20 мм за добу), що свідчить про зростання нерівномірності зволоження. Типовим є зменшення зимових і весняних опадів, що впливає на поповнення річкового стоку.

Зміни температурного і опадового режимів призводять до порушення гідрологічного балансу. Водойми міліють, а річковий стік знижується, особливо у малих річках, що є критичним для сільського господарства та промислового водокористування. Спостерігається зменшення обсягу весняного паводку, що традиційно відіграє важливу роль у поповненні водних ресурсів. Зміни температури та опадів спричиняють скорочення водності малих та середніх річок, особливо у літній період. Так Сіверський Донець, що є головною річкою регіону, має зниження середньої витрати води на 12–18% у порівнянні з 1980-ми роками. У Кальміусі та Кальчику зберігається тенденція до зниження рівнів на 15–20 см у літній сезон протягом останнього десятиліття. У Самарі (притока Дніпра) збільшується нестабільність весняного паводку, що впливає на наповнення водосховищ [2].

Посухи, які раніше виникали в середньому раз на 8–10 років, тепер трапляються раз на 3–4 роки, що створює дефіцит води в аграрному секторі та для потреб промисловості.

Серед наслідків кліматичних змін у східному регіоні України спостерігається зниження рівня ґрунтових вод, що в окремих районах сягає 0,5–1 метра. Це, у свою чергу, ускладнює водозабезпечення як природних екосистем, так і сільськогосподарських угідь. Водночас зменшується ефективність зрошення, особливо в аграрно орієнтованих районах Запорізької області, де традиційно використовуються зрошувальні системи. Крім того, зростає навантаження на водосховища та інші штучні водойми, які через зміни у стоку та дефіцит опадів дедалі частіше не встигають відновлювати свій об'єм у повному обсязі.

Для адаптації до нових кліматичних умов необхідно впроваджувати водозберігаючі технології у сільському господарстві, що дозволить зменшити витрати води без втрати врожайності. Також важливим є відновлення природних водозбірних територій, зокрема боліт і балок, які відіграють ключову роль у регуляції стоку та підтриманні рівня ґрунтових вод. Нарешті, необхідним кроком є розвиток системи моніторингу кліматичних ризиків, що дозволить своєчасно приймати ефективні управлінські рішення у сфері водного менеджменту та захисту довкілля.

Адаптація сільського господарства до кліматичних змін у Східному регіоні України передбачає впровадження водозберігаючих технологій зрошення, зокрема перехід від традиційного поверхневого поливу до крапельного або дощування. Це дозволяє суттєво зменшити втрати води, часто навіть удвічі. Важливим напрямком є також зміна структури посівів: замість вологолюбних культур, таких як кукурудза чи соя, доцільно вирощувати посухостійкі рослини, наприклад, сорго, нут або соняшник. Крім того,

застосування агротехнічних прийомів — таких як мульчування ґрунтів, глибоке розпушування або прями́й посів без оранки — сприяє ефективному утриманню вологи в ґрунті та зменшенню випаровування.

Одним із ключових способів стабілізації водного режиму є відновлення природних водоносних систем. Ренатуралізація річок і балок — тобто повернення до природних заплав, русел і заболочених ділянок — дозволяє підвищити здатність ландшафту затримувати воду. Реконструкція старих ставків і дрібних водосховищ сприяє накопиченню дощової води на локальному рівні. Лісонасадження в басейнах річок має позитивний ефект на водний режим, оскільки ліси уповільнюють поверхневий стік, зменшують ерозійні процеси та покращують поповнення підземних вод.

Ефективне управління водними ресурсами потребує впровадження інтегрованих підходів, зокрема системи інтегрованого управління водними басейнами, яка передбачає скоординовану взаємодію між сільським господарством, промисловістю, комунальними структурами та природоохоронними організаціями. Запровадження електронних систем моніторингу з використанням датчиків дає змогу в реальному часі оцінювати рівень води, вологість ґрунту та обсяги водоспоживання. Також важливим інструментом є платформи для прогнозування посух та паводків на основі кліматичних моделей, які дають змогу завчасно готуватися до ризиків.

Не менш значущими є законодавчі та освітні ініціативи. Вдосконалення водного законодавства має передбачати впровадження економічних стимулів для раціонального водокористування — наприклад, тарифів, квот і екологічних норм. Паралельно з цим варто розвивати систему освіти та підвищення обізнаності серед населення, зокрема через навчальні програми для фермерів, місцевих громад і студентів, які стосуються адаптації до кліматичних змін та сталого управління водними ресурсами. Важливо пам'ятати, що ці заходи мають працювати у комплексі: технічні рішення без політичної волі та участі громад не дадуть довгострокового ефекту.

Отже, кліматичні зміни у східному регіоні України вже сьогодні створюють серйозні екологічні та соціально-економічні виклики. Адаптація до нових кліматичних умов вимагає перегляду підходів до управління водними ресурсами, підвищення ефективності зрошення, збереження природних водозбірних територій та запровадження стійких методів землекористування.

Список використаної літератури

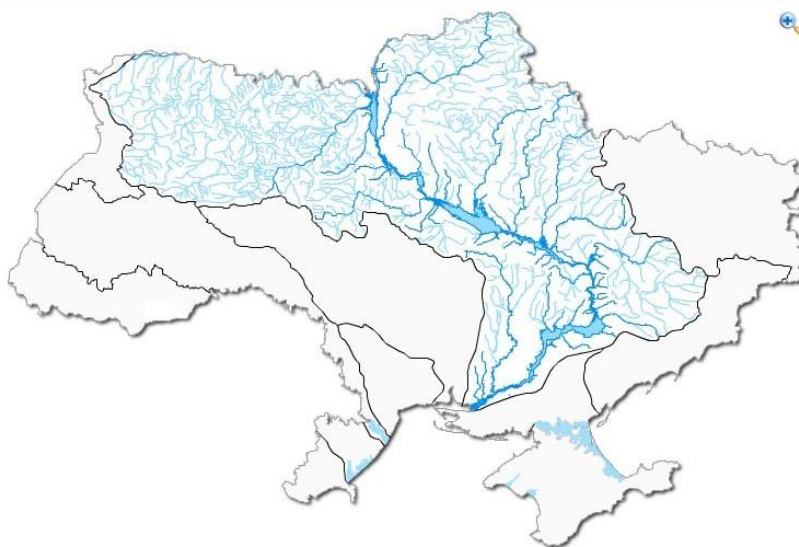
1. УкрГМЦ - Погода в Україні, гідрологічна та радіаційна ситуація. УкрГМЦ. URL: <https://meteo.gov.ua> (дата звернення: 29.04.2025).
2. Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine / I. Didovets et al. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2020. Vol. 32. P. 100761. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100761> (date of access: 29.04.2025).

*Герасименко Д. О., студент, Мельник О.О., студент, Луценко С. В., доктор філософії, старший викладач,
Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка*

ГІДРОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ОДИН ІЗ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У СІЛЬСЬКОМУ ЕКОТУРИЗМІ

Сільський туризм – це форма відпочинку, яка дозволяє ознайомитись із сільською місцевістю, традиціями, культурою та природою, яка їй притаманна. Такий туризм включає в себе: агротуризм, екоподорожі, відновлювальний відпочинок. Гідрологічні об'єкти є важливим ресурсом для розвитку сільського туризму, водойми створюють можливості для різного виду відпочинку та рекреації [1]. Гідрологічні об'єкти відповідають не лише за туризм, а й забезпечують екологічну рівновагу, сприяють збереженню природних ландшафтів та підтримують природне біорізноманіття місцевості. Завдяки тому, що Сумщина має велике різноманіття гідрологічних об'єктів такі як: річки, озера, ставки, водосховища та водно-болотні угіддя – вона має значний потенціал розвитку водного туризму, як наслідок, водойми приносять користь громадам та в пріоритеті можуть стимулювати їх економічне зростання та благополуччя [2].

До найбільших річок Сумської області належать Сейм, Псел, Ворскла, Десна та Сула, які є лівими притоками Дніпра. Серед них особливо виділяється Десна – найбільша річка регіону, що протікає вздовж межі Сумської та Чернігівської областей на відстані 37 км. До середніх річок відносяться Сейм, Клевень, Сула, Псел, Хорол і Ворскла, загальна протяжність яких сягає 821 км. Окрім цього, територією області протікає близько 366 малих річок, сумарна довжина яких становить 4427 км. [3, 4]. На рисунку 1 зображено річки Сумської області - ліві притоки Дніпра [5].



Рисунк 1 – Річка Дніпро та її притоки [5]

Ці річки мають не лише екологічне значення, а й слугують рекреаційними зонами. Річки популярні серед туристів, які тяжіють займатися активним відпочинком і не тільки. У Сумській області є як природні так і штучні водойми, які використовуються для риболовлі, спортивних видів відпочинку, купання та для проведення часу із природою. Болота та водно-болотні угіддя мають велике значення для збереження природного балансу. Вони підтримують рідкісні екосистеми та різні види флори та фауни. Це робить території більш цікавими не тільки для екотуризму, а й для наукових досліджень у різних сферах.

Гідрологічні об'єкти Сумської області мають величезний потенціал для розвитку сільського туризму. Найбільш популярний напрямок, особливо в теплий період, є водний туризм. Наприклад, сплави на байдарках, sup-дошках, катамаранах по річках Псел та Сейм приваблюють місцевих туристів та в перспективі - іноземних. Ці сплави та маршрути, зазвичай, прокладають по течії річки. Вони проходять територіями різних населених пунктів, в тому числі сільськими територіями. Оскільки антропогенний тиск на сільські території менш потужний ніж на міські, то і різноманітність ландшафтів та природних пейзажів і об'єктів тут вища та цінніша. Це досить таки привабливий напрямок саме для екотуризму.

Також стають більш популярні екопрогулянки на човнах по річці, водні екскурсії серед любителів активного відпочинку. Риболовля та просто дозвілля біля узбережжя водойми підходить для людей, які обирають більш спокійний відпочинок. Особливо риболовля є важливим елементом туристичної рекреації на сільських територіях Сумської області. Завдяки численним водоймам, як природним, так і штучно створеним, Сумщина має хорошу репутацію серед рибалок. Тут можна зустріти різноманітних риб, таких як щука, окунь, судак, лящ, сом та карась, що робить риболовлю цікавою та доступною протягом всього року [4]. Також екотуризм Сумщини може включати в себе спостереження за птахами, фотополювання, екскурсії водно-болотними угіддями та іншими об'єктами природно-заповідного фонду. Такий вид туризму дозволяє відчувати та оцінити унікальність місцевої природи. Гідрологічні ресурси, особливо водно-болотні угіддя області є місцем проживання численних видів водоплавних птахів, що привертають увагу орнітологів. Завдяки спеціально розробленим екомаршрутам, туристи можуть насолоджуватися красою природи, не завдаючи значної шкоди навколишньому середовищу.

Оздоровчий туризм також має важливе місце в області, адже місцеві джерела мають лікувальні властивості, це сприяє розвитку санаторно-курортної сфери. Деякі з цих джерел містять мінеральні води, які за своїми властивостями нагадують відомі лікувальні води Карпат і Полтавщини, що робить Сумщину ще більш привабливою для туристів, які шукають оздоровчий відпочинок. Саме ці джерела, наприклад Іволжанське (Сумський район) чи с. Токарі (Лебединська ОТГ), знаходяться у сільській місцевості [3].

Попри значний туристичний потенціал, використання гідрологічних об'єктів Сумської області супроводжується низкою труднощів. Однією з

головних проблем є екологічні загрози: забруднення водних ресурсів, коливання рівня води та порушення екосистем природи. Нераціональне використання води і неконтрольоване будівництво можуть серйозно нашкодити навколишньому середовищу. Крім того, існує проблема з недостатньо розвинутою туристичною інфраструктурою такими як: обмежена кількість облаштованих маршрутів, не вистачає сучасних баз для відпочинку, а також відсутня належна інформаційна доступність для туристів, що ускладнює процес планування подорожей [6].

Для подальшого розвитку туризму в Сумській області важливо впроваджувати екологічні програми, особливо в сільській місцевості, залучати інвестиції та активно популяризувати сільський туризм через соціальні мережі та організацію культурних подій на території громад Сумської області [6]. Не менш важливою є розробка інтерактивних карт, мобільних додатків та організація екскурсій, які допоможуть привернути більше туристів. Важлива роль у цьому процесі відводиться співпраці місцевих органів влади, бізнесу та громадських організацій, що сприятиме збереженню гідрологічних ресурсів, їх охороні та створенню умов для сталого розвитку саме екологічного туризму в області.

Список використаної літератури

1. Крисанов Д. Ф., Удова Л. О. Сільський туризм: здобутки, перешкоди, перспективи. *Економіка АПК*. 2019. № 17. С. 4–14.
2. Кондрух Я. С., Зігунова І. С. Особливості та переваги розвитку сільського туризму в Сумській області. Стан і перспективи сучасного туризму : матеріали VII Всеукр. науково-практ. конф., м. Суми, 25 листоп. 2021 р. Суми, 2021. С. 16–19.
3. Регіональний офіс водних ресурсів у Сумській області. Лінійні водні об'єкти Сумської області. URL: <https://sumyvodres.davr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/01/Linijni-vodni-obyekty-Sumskoyi-oblasti.pdf> (дата звернення: 16.04.2025).
4. Сумський рибоохоронний патруль. Водні простори Сумщини. URL: https://sm.darg.gov.ua/_vodni_prostori_sumshchini_0_0_0_490_1.html (дата звернення: 17.04.2025).
5. Портал «Природа України». URL: <https://river.land.kiev.ua/dnepr.html> (дата звернення 25.03.2025).
6. Державна екологічна інспекція у Сумській області. Сучасні загрози для річок м. Суми. URL: <https://deisumy.gov.ua/?p=1213> (дата звернення: 25.03.2025).

*Vakal A.P., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko*

**SPECIES COMPOSITION OF HIGHER VASCULAR PLANTS NSC
«BOTANICAL GARDEN OF SUMSPU NAMED AFTER A. S.
MAKARENKO»**

A feature of the modern stage of systematization and use of biological diversity is that this problem has acquired enormous social, socio-political and ethical significance. The main thing now is to preserve biological diversity as one of the key qualities of the biosphere, which ensures not only its stability and stability, but also the reliability of the existence and survival of mankind. In order to prevent the impoverishment and destruction of biological diversity, first of all, it is necessary to systematize knowledge about living organisms, their species composition in general and in specific regions [1].

It should be emphasized that the preservation of natural flora species today is one of the most important areas of activity of botanical gardens as structures that are deeply competent and responsible for the future of the plant world [2; 3].

In this regard, the purpose of this work is to analyze the species composition of higher vascular plants that grow on the territory of the educational and scientific center «Botanical Garden of SumSPU named after A. S. Makarenko» in open ground and have a permanent place of growth.

The Botanical Garden of the Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko is located in the southwest of the city of Sumy, on the plateau and slopes of the Strelka River valley. It occupies an elevated, well-drained territory with an area of 4,76 hectares. The Botanical Garden is an object of the nature reserve fund of the region, which has the status of a botanical garden of local importance [4].

Field research on the territory of the botanical garden was conducted in 2024. The route-diagnostic method was used as the main one. When describing the cenotic location of the identified species, the methodology of geobotanical descriptions was used [5]. The species affiliation of plants was determined using special determinants of Ukraine [6].

Depending on the characteristics and needs of natural complexes on the territory, the corresponding departments were allocated – arboretum, rose garden, rock garden, flower expositions, medicinal and spicy plants.

The departments collect plant species taking into account their bioecological features and decorative qualities. Today, the botanical garden has a unique collection of plants that has no analogues in the region in terms of its composition, volume and age.

According to the results of the study, it was found that out of 504 species of higher vascular plants found in the botanical garden, 298 have a permanent place of growth in the open ground, including (by departments): Ferns – 1; Gymnosperms – 16; Angiosperms – 281. The greatest taxonomic diversity is in Angiosperms – 2 classes, 43 orders, 75 families, 199 genera, and the least is in Ferns, which are represented by only 1 genus and 1 family.

The distribution of the species composition of vascular plants in the botanical garden depending on the life form showed that of all the studied plants, 59 species are trees, 50 are shrubs, 185 are herbs, and 4 species belong to extra-tier vegetation.

Of the presented families of woody and shrub vegetation, the Rosaceae family prevails in terms of the number of species – 33 species. The Pine family is followed by 9 species of trees. The Maple family includes 6 species of plants. All other families are represented by 1–5 species.

Among the 298 species of plants studied, 33,9% come from Europe, 25,5% from Asia, 21,5% of plant species have several centers of origin, 13,7% from North America, 3,7% have an unknown homeland, 1,4% are native to Africa and 0,3%, or 1 species, comes from South America.

Analysis of the economic value of the studied vegetation of the botanical garden has established that most species are quite diverse in their use. Among all the identified species, the most represented are ornamental (170 species), medicinal (108 species) and food (54 species) plants. Honey-bearing species are also quite common.

The botanical garden is home to 48 species of plants listed in the Red Book of Ukraine [7], of which 2 species (*Pinus sibirica* Rupr and *Staphylea pinnata* L.) are trees, 1 species (*Taxus baccata* L.) grows as a shrub in the botanical garden, and 45 species that are protected are herbaceous plants.

References

1. Вакал А.П., Будник С.А., Суярова І.О. Видове різноманіття рослин нижнього парку Ботанічного саду СумДПУ імені А. С. Макаренка. *Природничі науки* : зб. наук. праць. Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С. Макаренка, 14. С. 6–14.
2. Вакал А. П., Міронєць Л. П., Будник С. А., Литвиненко Ю. І. Роль навчально-наукового центру «Ботанічний сад СумДПУ імені А.С. Макаренка» в екологічному вихованні учнівської молоді. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2021. Випуск 1(17). С. 5–12. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5295649>.
3. Родінка О.С. Роль ботанічного саду Сум ДПУ ім. А.С. Макаренка у збереженні генофонду рідкісних рослин. *Біологічні науки* : зб. наук. праць. Суми: Сум ДПУ ім. А.С. Макаренка, 2001. С. 16–21.
4. Родінка О.С., Ковтун В.А., Суряднова В.П., Торяник В.М. Ботанічний сад Сумського державного педагогічного університету ім. А.С. Макаренка: Путівник. Суми: Слобожанщина, 2000. 24 с.
5. [Якубенко Б.Є., Попович С.І., Устименко П.М., Дубина Д.В., Чурілов А.М.](#) Геоботаніка : методичні аспекти досліджень. Навчальний посібник. Київ : Ліра-К, 2018. 316 с.
6. [Визначник рослин України / Барбарич А.І., Брадїс Є.М., Вісюліна О.Д. та ін.; за ред. Д. К. Зерова, О. Д. Вісюліна, М. І. Котова, А. І. Барбарич \(1965\).](#) Київ : Урожай, 1965. 876 с.
7. Червона книга України. Рослинний світ / за заг. ред. Я. П. Дідуха. (2009). Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

Мартинюк Євгенія Павлівна
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ЗВЕНИГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ

Україна є стороною ряду міжнародних угод, що мають безпосереднє значення для розвитку природно-заповідного фонду. Найважливішими серед них є: Конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Бернська конвенція), Рамська конвенція, Конвенція про біологічне різноманіття. Також, за ініціативи Ради Європи, створена Смарагдова мережа, мета якої є збереження видів та природних середовищ зазначених в Бернській конвенції. В Україні мережа формується з 2009 року, і на сьогодні вже затверджено понад 350 територій-кандидатів [1].

Природно-заповідний фонд України є важливим елементом збереження біорізноманіття, підтримки екологічної рівноваги та сталого розвитку територій [3]. Звенигородський район Черкаської області, розташований у межах Центрального Лісостепу, має значний потенціал у формуванні мережі заповідних територій, на яких знаходяться унікальні природні комплекси та окремі об'єкти охоронного статусу [2].

На території Звенигородського району відповідно до Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду України нараховується 103 заказники місцевого значення, 43 пам'ятки природи та 13 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва [4].

Останні виконують ряд важливих функцій: підтримують стабільність локальних екосистем, слугують базою для наукових досліджень та екологічної освіти, сприяють розвитку екотуризму. Проте, внаслідок недостатнього фінансування, посилення антропогенного тиску та глобальних змін клімату, є ризику не лише порушення статусних територій, але і часткової їхньої втрати.

Серед них, ботанічний заказник «Насадження ялівця» охороняється насадження ялівцю звичайного, а ботанічний заказник «Пехівський» сприяє збереженню лучних рослинних угруповань із рідкісними видами флори.

Особливу увагу привертають пам'ятки природи, серед яких є «Козацький вал», який має площу 8 га [4]. Охороні підлягають рештки середньовічної (IX століття) оборонної споруди — земляного валу, а також широколистяний ліс та вторинно-степові угруповання, що сформувалися на цій території. Вал розташований на пагористому плато над глибокими балками, зберігся досить добре: його середня висота становить близько 4 метрів, подекуди сягає 10 метрів, а загальна довжина — близько 8 кілометрів. Із зовнішнього боку проходить рів глибиною до 3 метрів. Частину валу вкриває широколистяний ліс, а на інших ділянках поширена вторинна лучно-степова рослинність, що перебуває на етапі переходу від перелогових ділянок до щільного дернового покриву, переважно злакового складу (типовий тонконогово-кострицевий травостій) [1].

Перспективами розвитку природно-заповідного фонду є розширення площі охоронюваних об'єктів, інтеграція місцевих громад у процес охорони

природи, а також активізація екологічного туризму як одного з інструментів сталого розвитку територій [3].

Список використаної літератури

1. Кондратюк Т. Ю., Шевченко О. О. Охорона природи та заповідна справа: сучасний стан і перспективи розвитку. Екологічний вісник. 2023. № 4. С. 15–19.
2. Національні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – офіційний сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/natsionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-prirodnogo-seredovyshha-v-ukrayini/> (дата звернення: 04.05.2025).
3. Про природно-заповідний фонд України. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text> (дата звернення: 04.05.2025).
4. Учасники проєктів Вікімедіа. Природно-заповідний фонд Черкаської області – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Природно-заповідний_фонд_Черкаської_області (дата звернення: 04.05.2025).

*Скробала В. М., канд. с.-г. наук, доцент, Дулиба О. С., аспірант
Національний лісотехнічний університет України, м. Львів*

ФАКТОР ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИЕРОЗІЙНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЕРОЗІЇ ҐРУНТУ

Для оцінки та математико-картографічного моделювання потенційних втрат ґрунту внаслідок водної ерозії широко використовують різноманітні моделі, зокрема RUSLE (англ. *Revised Universal Soil Loss Equation*, Переглянуте Універсальне Рівняння Ґрунтової Ерозії). Універсальне рівняння ґрунтової ерозії є математичним виразом, що базується на шести основних чинниках, які визначають інтенсивність ерозійних процесів [1, 2]:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P, \quad (1)$$

де A – середньорічні втрати ґрунту, т/(га·рік); R – фактор ерозійної здатності опадів, МДж·мм/(га·год); K – фактор ерозійної піддатливості ґрунтів, т·га·год/(МДж·мм·га); L – фактор довжини схилу, безрозмірна величина; S – фактор ухилу схилу, безрозмірна величина; C – фактор сівозміни (агротехніки), безрозмірна величина; P – фактор протиерозійних заходів, безрозмірна величина.

Фактор ефективності протиерозійних заходів (P) визначається як співвідношення втрати ґрунту під час конкретної практики збереження ґрунту до втрати ґрунту на полі з обробітком ґрунту вздовж схилу [1, 2]. Коефіцієнт

R враховує методи управління, які впливають на ерозію ґрунту шляхом зміни характеру водного потоку, такі як контурування, смугова обробка або терасування [1, 2]. Чим ефективніша практика протиерозійних заходів, тим нижчий коефіцієнт R [1, 2]. Як і коефіцієнт C (фактор агротехніки), значення коефіцієнтів R можна взяти з літератури; якщо допоміжні практики не спостерігаються, коефіцієнт R дорівнює 1,0. R-фактор також можна оцінити за допомогою підфакторів, але складність точного відображення факторів протиерозійних заходів призводить до того, що багато дослідників ігнорують його, надаючи своєму R-фактору значення 1,0.

У практиці сільськогосподарського виробництва часто використовують такі значення R-фактора:

- традиційний обробіток ґрунту – 1,0;
- зонний обробіток ґрунту – 0,25;
- мульчування поверхні ґрунту – 0,26;
- мінімальний обробіток ґрунту – 0,52.

Протиерозійна ефективність обробітку ґрунту залежить також від нахилу поверхні (табл.). Із збільшенням нахилу ефективність протиерозійних заходів зменшується.

Таблиця 1 – Значення фактора протиерозійних заходів R залежно від типів обробітку та нахилу поверхні

Нахил, %	Терасування	Контурний обробіток	Контурна нарізка смуг
1-2	0,10	0,60	0,30
3-8	0,10	0,50	0,15
9-12	0,10	0,60	0,30
13-16	0,10	0,70	0,35
17-20	0,12	0,80	0,40
21-25	0,12	0,90	0,45
> 25	0,14	0,95	0,50

Список використаної літератури

1. Benavidez R., Jackson B., Maxwell D., Norton K. (2018). A review of the (Revised) Universal Soil Loss Equation ((R)USLE): with a view to increasing its global applicability and improving soil loss estimates, Hydrol. Earth Syst. Sci. Vol. 22, issue 11. 6059–6086. <https://doi.org/10.5194/hess-22-6059-2018>

2. Droogers, P., Hunink, J., Sieber, J. (2021). WEP: WEAP Erosion Plugin. Methodological Approach and Tutorial. FutureWater Report 223. Wageningen (Netherlands). 15 p.

*Коровін І.І., Масюк О.М., кандидат біологічних наук,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ШАХТНИХ ВІДВАЛІВ НА ПРИКЛАДІ РЕГІОНУ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

До жовтня 2024 року на українських територіях, що залишаються під контролем України, функціонувало лише 24 вугільні шахти із 145, які діяли у 2014 році. Така тенденція пов'язана з впливом збройної агресії, захопленням та руйнуванням шахт у зоні бойових дій, а також поступовим зменшенням ролі вугільної галузі в енергетичному секторі. У період з 2022 року окупаційні війська знищили або зайняли 22 з 49 шахт, що залишались на підконтрольній Україні території. Основний видобуток наразі здійснюється на підприємствах «Павлоградвугілля» (ДТЕК), «Білозерська», «Покровська» («Метінвест») та на шахтах державних об'єднань «Добропіллявугілля», «Львіввугілля», «Волиньвугілля» [1].

Попри скорочення галузі, вугільна промисловість продовжує бути потужним джерелом забруднення довкілля. Особливо небезпечними залишаються техногенні утворення — терикони або шахтні відвали, які утворюються з пустої породи. Під дією атмосферних умов та хімічних реакцій, такі об'єкти можуть стати джерелами поширення токсичних елементів у навколишнє середовище — ґрунти, поверхневі й підземні води [2, 3].

Комплексний геоекологічний аналіз в межах Дніпровського буровугільного басейну засвідчив, що шахтні підприємства мають багаторівневий негативний вплив на екосистеми, включаючи ерозійні процеси, деградацію ґрунтів і зміну гідрогеологічного режиму [4]. Вилуговування шкідливих металів та сполук сірки з териконів спричиняє вторинне забруднення поза межами промислових зон.

Одним із ключових чинників екологічної загрози є окислення сульфідних мінералів, що призводить до утворення кислотного дренажу. Такий дренаж активує важкі метали, які забруднюють водне середовище. Фіксувалися випадки, коли вміст заліза у шахтних водах у 10–15 разів перевищував встановлені екологічні нормативи [5, 6].

Предметом дослідження став терикон шахти «Самарська», що розташований на території Павлоградського району, поблизу м. Тернівка. Аналіз проб показав, що порода має високий вміст сірки та характеризується сульфідним складом. рН водної витяжки варіювався від 3,5 до 7,8, що свідчить про значні коливання кислотності. Вміст легкорозчинних солей сягав 1,01 %, що відповідає середньому та високому рівню засоленості сульфатного типу. Також було виявлено підвищені концентрації хлоридів натрію й магнію, а іноді й карбонатів, що мають токсичний вплив на рослинність.

Кліматичні зміни та підвищення температури лише посилюють вияв токсичних властивостей териконів. Зокрема, задокументовано самозаймання породи, що супроводжувалося виділенням токсичних і канцерогенних речовин: чадного газу, діоксиду сірки, поліциклічних вуглеводнів [7].

Отже, екологічний моніторинг таких об'єктів є надзвичайно актуальним. Дослідження показало, що подібні відвали становлять значну загрозу для довкілля, тому необхідно впроваджувати системи регулярного спостереження, використовуючи сучасні аналітичні методи. Також слід розробити ефективні програми рекультивациі з урахуванням ризиків для екосистем.

Список використаної літератури

1. В Україні залишилося всього 24 шахти зі 145, але вугілля поки що вистачає // Телеграф. – 2024. – 24 жовтня. – URL: <https://news.telegraf.com.ua/ukr/ukraine/2024-10-24/5883161-v-ukraini-zalishilosya-vsogo-24-shakhti-zi-145-ale-vugillya-poki-shcho-vistachae>
2. Масюк А. Н. Анализ первичной продуктивности насаждений робинии лжеакации на рекультивированных землях степного Приднепровья. // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. Випуск 14, т.2., № 3, Вид-во Дніпропетр. ун-ту. Д. 2006. – С. 118-125.
3. Masyuk O.M. Dynamics of formation of grass in the plantations of *Hippophae rhamnoides* L. on various types of recultivation of disturbed lands of Western Donbass. *Issues of steppe forestry and forest recultivation of lands*. 2017. № 46. P. 64–76.
4. Masiuk O.M., Kharytonov M.M., Stankevich S.A. (2020) Remote and groundbased observations of land cover restoration after forest reclamation within a brown coal basin. *Journ. Geol. Geograph. Geoecology*, 29 (1), 135–145. doi: 10.15421/112012
5. Савчук В.І., Литвиненко О.М. Екологічні аспекти впливу гірничих відвалів на довкілля // Вісник Донецького національного технічного університету. – 2021. – № 4. – С. 42–50.
6. Масюк А. Н. Особенности диагностики почвообразования на рекультивированных землях. Тез. докл. III делегат. съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР. Почвоведение. Х.: УкрНИИ почвоведения и агрохимии, 1990. С. 109–111.
7. Masiuk, O. M., Novitskyi, R. O., Ganzha, D. S., Listopadskyi, M. A., & Makhina V. O. (2021). Findings of rare plants and animals in the eastern part of the object of the Emerald network “Samarskyi Lis – UA0000212”. *Agrology*, 4(1), 47-53. – URL: <https://doi.org/10.32819/021006>

¹Сидоренко В., ¹Некос А.Н., ^{1,2}Безсонний В.

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

²Харківський національний економічний університет імені С.Кузнеця

СЕЗОННІ КОЛИВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ЧАСТИНОК PM_{2.5} У МІСЬКОМУ ПРОСТОРИ АМСТЕРДАМА

У сучасних урбанізованих просторах якість атмосферного повітря є критично важливим індикатором екологічного благополуччя. Одним із найбільш шкідливих компонентів міського повітря є дрібнодисперсні аерозолі PM_{2.5}, здатні проникати глибоко в дихальні шляхи, досягаючи альвеол легень і викликаючи системні патології. Висока реактивність і площа поверхні частинок, а також їх здатність переносити токсиканти (поліароматичні вуглеводні, метали, діоксини) зумовлюють їхню високу токсикологічну значущість.

За даними ВООЗ, PM_{2.5} асоціюються з понад 4 млн передчасних смертей щороку, що зумовлює необхідність системного контролю, особливо у великих містах Європи, таких як Амстердам. Попри активну реалізацію екологічної транспортної політики та розвиток зеленої інфраструктури, показники концентрацій PM_{2.5} залишаються нестабільними та демонструють сезонну варіативність, що пов'язано зі змінами кліматичних умов, типами джерел викидів та морфологією міського простору.

Метою дослідження є ідентифікація просторово-часових закономірностей рівня PM_{2.5} у межах Амстердама, аналіз сезонних трендів та локалізація екологічно критичних зон з урахуванням типу території (транспортна, житлова, промислова, зелена).

Завдання дослідження включали в себе оцінку середньомісячної варіативності PM_{2.5} за період 2021–2024 рр.; порівняльний аналіз зон із різним функціональним навантаженням; визначення сезонних піків забруднення та факторів, що на них впливають.

Для аналізу використано відкриті екологічні дані із платформи AQICN.org. Обрано чотири репрезентативні станції:

1. Stadhouderskade – центральна урбанізована зона;
2. Einsteinweg – транспортний вузол з високою інтенсивністю руху;
3. Hoogtij – промислова локація з локальними джерелами викидів;
4. Vondelpark – зелена зона, рекреаційна територія з низьким навантаженням.

Для кожної точки обчислено середньомісячні концентрації PM_{2.5} за період січень 2021 – квітень 2024. Показники порівнювались із нормативами ВООЗ (15 мкг/м³ — середньорічний, 25 — середньодобовий) та нормою ЄС (50 мкг/м³). Для виявлення сезонних тенденцій застосовано метод ковзного середнього, для просторового аналізу - QGIS, з урахуванням топографії, транспортної мережі, навантаження забудови.

Встановлено просторові закономірності розподілу забруднення. Einsteinweg: критична зона - регулярні перевищення, взимку до 66 мкг/м³

(січень 2023), максимальні навантаження через автомобільний рух, логістику, малу вентиляцію. Noogtij: локальні піки до 52–58 мкг/м³, обумовлені промисловими викидами в умовах малої турбулентності. Stadhouderskade: постійне перевищення норм - урбаністичне ядро з ефектом «теплого острова». Vondelpark: найнижчі показники, проте навіть тут у весняний період концентрації 38–42 мкг/м³ (2022) перевищували середньодобову норму.

Сезонні коливання виражались у таким чином. Взимку (грудень–лютий) стабільно високі концентрації через інверсії, низьку швидкість вітру, збільшення опалення. Навесні–восени поступове зниження, але в центральних районах рівень РМ_{2.5} залишається 30–40 мкг/м³. Влітку найнижчі рівні, з падінням до 18–22 мкг/м³, але в урбаністичних зонах вони не досягають безпечного рівня ВООЗ.

Постійне перевищення нормативів навіть у зелених зонах свідчить про структурну обмеженість міського повітряного обміну. Причини високих рівнів РМ_{2.5} це щільна забудова без вентиляційних коридорів; змішані джерела викидів (транспорт, опалення, пил від будівництва); обмеженість зелених «поглиначів» у центрі.

Особливо небезпечний вплив на чутливі групи населення (діти, хворі, літні люди), яким рекомендується обмеження перебування на відкритому повітрі в зимовий період.

Отже, усі досліджені зони Амстердама демонструють сталу сезонну варіативність РМ_{2.5} із вираженими зимовими піками. Рівень РМ_{2.5} регулярно перевищує допустимі стандарти ВООЗ навіть у рекреаційних зонах. Основні джерела забруднення — інтенсивний трафік, опалення, локальні промислові об'єкти, низька турбулентність повітря.

Список використаної літератури

1. Air Quality Open Data Platform – AQICN. Real-time Air Quality Index. — <https://aqicn.org>.
2. IQAir. World Air Quality Report 2023. — 2024. — <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>.

¹Данник К., ^{1,2}Безсонний В.

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

²Харківський національний економічний університет імені С.Кузнеця

ПРОСТОРОВА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ КОПЕНГАГЕНА НА ОСНОВІ ІНДЕКСУ AQI

Забруднення атмосферного повітря залишається одним із найбільш критичних факторів екологічного ризику у ХХІ столітті. Систематичний вплив шкідливих речовин, зокрема у великих містах, веде до зростання кількості

захворювань органів дихання, серцево-судинних патологій та передчасної смертності. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, понад 90% населення планети проживає у зонах, де рівень забруднення перевищує рекомендовані нормативи, що надає особливої актуальності питанням моніторингу якості повітря.

У міському середовищі джерелами забруднення виступають переважно транспортні засоби, об'єкти теплоенергетики, промислові підприємства та побутові джерела викидів. У цих умовах виникає потреба в оперативному та зручному інструменті для оцінки повітряного середовища. Саме таким інструментом є індекс якості повітря (Air Quality Index, AQI) – агрегований показник, що надає кількісну оцінку рівня забруднення на основі інтеграції концентрацій найбільш поширених політантів (PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, O₃, SO₂, CO).

Зважаючи на зростання глобального інтересу до «зелених міст» та концепції сталого розвитку, особливого значення набуває просторовий аналіз якості повітря – вивчення її зміни в межах одного міста залежно від урбаністичної структури, забудови, транспортного навантаження, наявності зелених зон і вентиляційних коридорів.

У цьому контексті Копенгаген, як один із флагманів сталого міського розвитку, слугує репрезентативним прикладом для дослідження. Місто активно впроваджує політики скорочення викидів, розвиває громадський та велосипедний транспорт, однак залишається вразливим до періодичних сплесків забруднення повітря, особливо в центральних районах.

Метою даної роботи є оцінка просторового розподілу індексу AQI у Копенгагені протягом останніх 12 років, виявлення критичних зон забруднення та аналіз зв'язку між рівнем AQI і такими чинниками, як інтенсивність автомобільного руху, тип забудови, природні умови вентиляції міського повітря.

Дослідження базується на відкритих екологічних даних платформи AQICN.org, яка надає реальні та архівні показники концентрацій основних шкідливих речовин на основі даних станцій моніторингу. До вибірки включено три спостережні пункти (табл. 1):

- ✓ Н.С. Andersens Boulevard – транспортна артерія в центрі Копенгагена з інтенсивним трафіком;
- ✓ Н.С. Ørsted Institutet – освітній і науковий сектор з помірним рівнем забудови;
- ✓ Risoe – периферійна зона з мінімальним рівнем транспортного навантаження.

Індекс AQI обчислювався згідно з рекомендаціями ВООЗ, шляхом лінійної інтерполяції концентрацій домішок у відповідні діапазони шкали AQI. Основну увагу приділено аналізу концентрацій PM_{2.5} та PM₁₀ як найбільш небезпечних дрібнодисперсних частинок, а також NO₂ як показника інтенсивності транспортного навантаження.

Таблиця 1 – Забруднення повітря за даними моніторингових точок

Параметр	Н.С. Andersens Blvd.	Н.С. Ørsted Institutet	Risoe
Тип району	Центр міста	Університетський сектор	Передмістя
Середній AQI (2024)	92,66	28,05	30,12
PM _{2.5} (мкг/м ³)	38,04	—	11,63
PM ₁₀ (мкг/м ³)	18,22	19,25	9,39
NO ₂ (мкг/м ³)	8,39	2,44	1,80
O ₃ (мкг/м ³)	26,72	28,40	30,03
CO (мкг/м ³)	1,50	1,06	1,20

Результати аналізу показали яскраво виражену просторову нерівномірність рівня забруднення. Станція Н.С. Andersens Boulevard стабільно демонструє найвищі значення середньорічного AQI, які у деякі роки (наприклад, у 2015) досягали 120,56, що класифікується як «нездоровий рівень для чутливих груп населення». Станції Н.С. Ørsted Institutet та Risoe, навпаки, мають значно нижчі показники — близько 28–30, що відповідає «хорошому» рівню якості повітря.

Особливо небезпечними є PM_{2.5}, які здатні проникати у найглибші відділи легенів та накопичуватися у кровоносній системі, що призводить до підвищеного ризику серцево-судинних та онкологічних захворювань.

З 2016 року відзначається стійка позитивна динаміка — рівень NO₂ зменшився майже удвічі, що є прямим наслідком екологічної транспортної політики, спрямованої на відмову від дизельного палива, розвиток велоінфраструктури, електробусів і підвищення екологічної свідомості населення. Проте у 2024 році спостерігалось локальне зростання AQI в центрі, що, ймовірно, пов'язане зі зняттям карантинних обмежень та відновленням ділової активності.

Отже, у межах Копенгагена наявна яскраво виражена просторово-часова диференціація рівнів атмосферного забруднення. Найбільший вплив на формування AQI мають дрібнодисперсні частинки (PM_{2.5}, PM₁₀) та оксиди азоту, особливо в зонах інтенсивного транспортного трафіку. Проведене дослідження демонструє ефективність муніципальних заходів із зниження викидів NO₂ та покращення стану повітря. Для підтримання позитивної динаміки необхідні додаткові заходи, зокрема, розширення «зелених коридорів» у центрі; підвищення щільності станцій моніторингу; перехід до диференційованих транспортних податків залежно від викидів.

AQI-аналітика є дієвим інструментом формування науково обґрунтованої політики сталого розвитку міст, і її результати мають бути відкритими для громадськості.

Список використаної літератури

1. Air Quality Open Data Platform – AQICN. Real-time Air Quality Index. - Режим доступу: <https://aqicn.org> .
2. IQAir. World Air Quality Report 2023. - 2024. - Режим доступу: <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>.

^{1,2}Безсонний В., ³Третьяков О., ⁴Пляцук Л.

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

²Харківський національний економічний університет імені С.Кузнеця

³Державний університет «Київський авіаційний інститут

⁴Сумський державний університет

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД З УРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Підземні води є одним із найважливіших джерел питного водопостачання як на глобальному, так і на локальному рівнях. У регіонах із недостатньою кількістю поверхневих водних ресурсів вони забезпечують базові потреби населення, промисловості та сільського господарства. Проте інтенсивне антропогенне навантаження, включаючи агрохімічне забруднення, промислові скиди, несанкціоноване поводження з відходами та неефективні очисні споруди, призводить до суттєвого зниження якості підземних вод. Ці фактори створюють загрозу не лише для екологічної безпеки, а й для здоров'я людей, які споживають таку воду, не підозрюючи про рівень її забруднення.

Оцінка стану підземних вод потребує інтегрованих інструментів, які дозволяють враховувати комплекс фізико-хімічних показників та потенційну небезпеку забруднювачів. Одним із таких інструментів є індекс якості води (Water Quality Index, WQI). Цей індекс дозволяє перевести множину параметрів у єдиний агрегований числовий показник, зручний для порівняльного аналізу якості води у різних джерелах. Проте точність та об'єктивність цього індексу значною мірою залежать від вибраної методики зважування параметрів, тобто вагових коефіцієнтів, які призначаються кожному з показників залежно від їхньої екологічної або токсикологічної значущості.

У традиційних підходах, таких як ISWM (Importance Scale Weighting Model), вагові коефіцієнти визначаються на основі експертного судження. Це робить метод зручним, але водночас чутливим до суб'єктивності, що може призвести до некоректної оцінки небезпеки. Інший варіант – EWM (Entropy Weighting Model) – використовує статистичну ентропію для об'єктивного призначення ваг, орієнтуючись на варіативність даних. Однак цей підхід ігнорує реальні медичні ризики, пов'язані з кожним із забруднювачів.

На противагу цим методам, HRWM (Health Risk Weighting Model) базується на токсикологічних оцінках і враховує референтні дози (RfD) та

канцерогенні коефіцієнти (СІС), що дозволяє прив'язати індекс WQI до реального впливу кожної речовини на організм людини. Такий підхід наближає екологічну оцінку до системи охорони здоров'я та дає змогу виявити найбільш небезпечні компоненти забруднення.

Метою дослідження є встановлення рівня якості підземних вод на основі трьох різних методів зважування показників WQI (ISWM, EWM, HRWM) із подальшим аналізом їхньої ефективності та точності щодо оцінки ризиків для здоров'я. Для цього було поставлено наступні завдання: визначити концентрації основних фізико-хімічних показників у шести свердловинах Букінського водозабору (м. Ізюм) за період 2003–2012 рр.; здійснити розрахунок WQI за трьома методами; провести порівняння результатів і виявити розбіжності; ідентифікувати найбільш проблемні свердловини та надати рекомендації щодо покращення водопостачання.

Дослідження складалося з трьох етапів:

1. Збір даних про основні забруднювачі та гідрохімічні показники води.
2. Розрахунок індексу WQI за методами ISWM, EWM та HRWM.
3. Порівняльний аналіз отриманих результатів і визначення найнебезпечніших забруднювачів.

Було проаналізовано зразки з шести свердловин: №4, №5, №61, №62, №63 та №82, що розташовані в Ізюмському районі Харківської області. До основних забруднювачів віднесено азотні сполуки (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-), метали (Mn, Cu, Fe), а також такі показники, як рН, жорсткість, сульфати, хлориди та окислюваність.

Результати дослідження (табл. 1) показали значну варіативність індексу WQI залежно від обраного методу зважування. Найбільш «жорсткі» оцінки були отримані за HRWM, що узгоджується з токсикологічним підходом: саме він виявив найбільші загрози для здоров'я в свердловинах №82 та №62. У той час як ISWM та EWM демонстрували менш критичні показники, часто недооцінюючи внесок окремих речовин.

Таблиця 1 – Результати розрахунків WQI

Свердловина	WQI (ISWM)	WQI (EWM)	WQI (HRWM)	Категорія (HRWM)
№4	42.6	47.2	55.2	Середня
№5	50.8	58.5	63.7	Середня
№61	65.3	72.8	81.4	Середня
№62	118.2	132.6	149.2	Погана
№63	38.9	45.1	47.8	Добра
№82	129.6	146.4	163.8	Дуже погана

Найвищий ризик для здоров'я зафіксовано в свердловинах №82 ($R_i = 0.448$) та №62 ($R_i = 0.389$). Ці джерела містять надмірні концентрації

марганцю, заліза та сульфатів – речовин, які можуть чинити як хронічну, так і гостру токсичну дію.

Свердловина №63, навпаки, характеризується найкращими показниками за всіма методами, що свідчить про відносно безпечний стан води.

Отже, підхід HRWM є найбільш ефективним з точки зору екологічної безпеки, оскільки забезпечує об'єктивну оцінку на основі токсикологічних параметрів. Стандартні методи ISWM та EWM можуть призводити до заниження оцінки ризику, особливо щодо важких металів. Найнебезпечнішими джерелами у дослідженому регіоні є свердловини №82 та №62, які потребують першочергових заходів очищення. Подальші дослідження доцільно спрямовувати на адаптацію HRWM для регіональних систем моніторингу якості питної води.

Список використаної літератури

1. Sutadian, A. D., Muttill, N., Yilmaz, A. G., & Perera, B. J. C. (2016). Development of composite water quality index for sustainable water resources management. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(3), 155. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5143-3>
2. Li, P., Wu, J., & Qian, H. (2019). Groundwater quality assessment based on entropy-weighted water quality index: A case study in the Pingtan Island, China. *Water*, 11(3), 416. <https://doi.org/10.3390/w11030416>
3. Pesce, S. F., & Wunderlin, D. A. (2000). Use of water quality indices to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquía River. *Water Research*, 34(11), 2915–2926. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00036-1](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00036-1)
4. Zhang, Y., Sun, Z., Gao, L., & Li, D. (2017). An improved entropy weight water quality index method for comprehensive water quality assessment. *Ecological Indicators*, 81, 271–278. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.06.051>
5. Fanghui, Y., Chen, L., & Yan, F. (2018). The health risk weighting model in groundwater quality evaluation. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24(5), 1201–1215. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1488581>.

¹Коляда Д., ¹Некос А.Н., ^{1,2}Безсонний В.

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

²Харківський національний економічний університет імені С.Кузнеця

ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ НА ЯКІСТЬ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Забруднення ґрунтів важкими металами належить до переліку глобальних екологічних проблем, які створюють серйозну загрозу сталому землекористуванню, здоров'ю людини та продовольчій безпеці. Основна небезпека полягає в кумулятивному характері важких металів — вони не

руйнуються природним шляхом, накопичуються у верхньому горизонті ґрунту і з часом переходять до рослинної продукції, проникаючи у харчовий ланцюг.

До найбільш небезпечних політантів цього класу належать свинець (Pb), кадмій (Cd), мідь (Cu), цинк (Zn) та хром (Cr). У малих концентраціях деякі з них можуть виступати мікроелементами, але при надлишку виявляють токсичні властивості, впливаючи на клітинні механізми, ферментну активність та імунну відповідь організму. Уразливими до накопичення є передусім овочеві культури, особливо коренеплоди та листові види.

В умовах України, де значна частка овочевої продукції вирощується на приватних присадибних ділянках, зростає ризик неконтрольованого надходження токсичних елементів до їжі. Цей ризик посилюється факторами воєнного періоду — використанням важкої техніки, детонаційними навантаженнями, переміщенням забрудненого пилу, руйнуванням інфраструктури. Особливо небезпечними є території поблизу трас, військових баз та промислових майданчиків.

Аналіз регіональної ситуації свідчить, що найбільш забруднені ґрунти виявляються у Дніпропетровській, Харківській, Київській, Полтавській та Львівській областях. За даними ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», вміст свинцю у приповерхневому шарі подекуди перевищує 65–100 мг/кг, кадмію — 2,1 мг/кг, що у 3–5 разів вище фонових значень. Основні причини — індустриальне минуле, неконтрольовані відходи, транспортні потоки, звалища.

З метою верифікації вищезазначених тенденцій було здійснене польове дослідження у Валківському районі Харківської області, що включало три сільські пункти: м. Валки, с. Рогівка, с. Серпневе. Проби ґрунту відбиралися на глибині 10 см за методом «конверта», відповідно до ДСТУ ISO 16133. Одночасно проводився збір овочевих культур (картопля, буряк, морква) на тих самих ділянках.

Аналіз здійснювався у сертифікованій лабораторії ХНУ ім. В.Н. Каразіна із використанням атомно-абсорбційного спектрофотометра МГА-915 МД, який дозволяє визначати концентрації металів із високою точністю. Було досліджено вміст Pb, Cd, Cu, Zn у ґрунтах та овочах, а результати порівняно з гігієнічними нормативами МОЗ України (наказ №368).

Найвищий рівень забруднення виявлено у с. Рогівка. Ґрунт: Pb — 15.0 мг/кг, Cd — 0.70 мг/кг. Буряк: Pb — 0.30 мг/кг (вище ГДК), Cd — 0.06 мг/кг. Картопля: Pb — 0.20 мг/кг (наближення до ГДК)

У Серпневому, обраному як умовно фонові територія, рівень забруднення був значно нижчим. Це підтверджує важливу закономірність: інтенсивність забруднення прямо залежить від типу землекористування та близькості до джерел антропогенного навантаження.

Зіставлення результатів з нормативами МОЗ показує, що у деяких зразках вміст Pb і Cd перевищує або досягає критичних значень, що робить продукти небезпечними для споживання, особливо уразливими групами (діти, вагітні, літні люди).

Свинець і кадмій відносяться до I класу токсичності, мають мутагенні, тератогенні та канцерогенні властивості. EFSA встановлює допустиме

щотижневе споживання Cd на рівні 2,5 мкг/кг маси тіла, а для Pb безпечного рівня взагалі не існує. Систематичне надходження цих елементів може спричинити ураження печінки, нирок, кісткової тканини, порушення нейропсихологічного розвитку в дітей.

Незважаючи на це, системний лабораторний контроль у сільській місцевості практично відсутній, особливо на стихійних ринках, де реалізується продукція домашнього виробництва.

В якості рекомендацій слід запровадити моніторинг приватних агроугідь, зокрема у зонах підвищеного ризику — біля трас, полігонів, промзон. Створити мобільні лабораторії чи громадські пункти контролю, де власники продукції можуть швидко перевірити її якість. Розробити та впровадити «екопаспорти територій», що міститимуть інтегральну інформацію про екологічний стан ґрунтів, води, продуктів. Впровадити екологічне маркування продукції на ринках — за принципом «зона походження – ризик». Інформаційна кампанія серед населення про небезпеки важких металів, шляхи їх уникнення та правила безпечного споживання.

Отже, забруднення ґрунтів і харчових продуктів важкими металами має локальний, але потенційно критичний характер. Необхідна системна екологічна політика на рівні громад із акцентом на профілактику, моніторинг і інформування населення. Проведене дослідження є прикладом інтегрованого підходу до оцінки продовольчої безпеки на локальному рівні, який може бути масштабований в умовах України.

Список використаної літератури

1. Наказ МОЗ № 368 від 13.05.2013 р. «Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм "Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах"» [зі змінами 2020–2024 рр.].
2. ДСТУ ISO 16133: Якість ґрунту. Настанови щодо укладання та проведення моніторингових програм (ISO 16133:2004, IDT).

¹Солянік Д., ^{1,2}Безсонний В.

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

²Харківський національний економічний університет імені С.Кузнеця

ІНТЕГРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОСТОРОВО-СЕЗОННИХ ЗМІН ЯКОСТІ ПОВІТРЯ У ГАННОВЕРІ ЗА ІНДЕКСОМ ЗАБРУДНЕННЯ

Забруднення атмосферного повітря є однією з найгостріших екологічних проблем сучасного світу, що особливо гостро проявляється в умовах інтенсивної урбанізації та зростання техногенного навантаження на великі міста. За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я, щороку близько 7 мільйонів випадків передчасної смертності у світі пов'язані з тривалим впливом забрудненого повітря. Міста Німеччини, зокрема Ганновер, що є

адміністративним центром Нижньої Саксонії, стикаються зі зростаючими екологічними викликами, пов'язаними зі збільшенням автомобільного трафіку, індустріальною активністю та наслідками кліматичних змін. Ганновер, як великий логістичний та промисловий вузол, демонструє високий рівень техногенного навантаження, що супроводжується підвищеною концентрацією атмосферних поллютантів. За даними низки досліджень, саме у цьому місті простежується особливо тісний зв'язок між рівнем забруднення повітря, зокрема дрібнодисперсними частинками $PM_{2.5}$, і показниками захворюваності на респіраторні недуги.

Інтегральною методикою, що широко застосовується для оцінки стану атмосферного повітря, є індекс забруднення повітря (Air Quality Index, AQI або ІЗП), який враховує концентрації шести ключових забруднювачів - $PM_{2.5}$, PM_{10} , NO_2 , SO_2 , CO та O_3 . Система AQI є стандартом у країнах ЄС, США, Китаї, а також активно впроваджується у Німеччині в рамках національної модифікації CAQI (Common Air Quality Index), яка доповнюється даними з мобільних сенсорів та супутників за участі Федерального агентства з охорони навколишнього середовища. Окрему роль у сучасному аналізі якості повітря відіграють геоінформаційні системи (ГІС), які забезпечують просторову візуалізацію, дозволяють ідентифікувати зони найбільшого забруднення та будувати прогностичні моделі.

У межах дослідження, присвяченого оцінці екологічного стану повітряного середовища Ганновера, були використані дані офіційної системи моніторингу Umweltbundesamt та ресурсів відкритого доступу (AQICN.org). Моніторинг охоплював ключові функціональні зони міста: центральну (район Schillerstraße), промислові ділянки, житлові масиви та рекреаційні зелені зони. Дослідження проводилось протягом 2023–2024 років із фокусом на добову та сезонну варіативність основних поллютантів. Для оцінювання застосовувався ІЗП як агрегований показник, що відображає сумарний рівень ризику на основі перевищень концентрацій шкідливих речовин відносно встановлених гранично допустимих значень за стандартами ВООЗ та ЄС.

Результати показали чітку просторову градацію якості повітря. Найвищі середні значення ІЗП (до 75) зафіксовано в промисловій зоні, що пов'язано з локальними джерелами викидів та високим транспортним навантаженням. Центр міста демонстрував середній рівень забруднення (близько 45), переважно за рахунок $PM_{2.5}$ і CO , що утворюються внаслідок автомобільного руху. Житлові райони мали кращу ситуацію (ІЗП близько 35), при цьому основні забруднювачі — PM_{10} і O_3 . Найнижчі показники (до 30) спостерігалися у паркових зонах, де вміст поллютантів залишався в межах санітарних нормативів (табл. 1).

Протягом року виявлено чітку сезонну динаміку. Взимку (грудень–лютий) рівень ІЗП значно зростав, особливо у промисловій зоні, де $PM_{2.5}$ перевищували 45 мкг/м^3 . Причинами цього стали погодні інверсії, низька циркуляція повітря та активне використання систем опалення. Весняно-осінній період характеризувався поступовим зниженням ІЗП, що було пов'язано з покращенням атмосферної вентиляції та зменшенням

опалювального навантаження. Найкращі умови фіксувалися влітку, особливо у зелених зонах, де індекс забруднення не перевищував 25, що відповідає категорії «дуже добра якість повітря».

Основним фактором погіршення ІЗП залишались частинки $PM_{2.5}$, які характеризуються найвищою токсикологічною активністю. В центральних районах і транспортних вузлах домінував NO_2 , тоді як озон (O_3) переважав у літній період, формуючись у фотохімічних реакціях на тлі низьких викидів оксиду азоту. Вплив CO та SO_2 на загальний ІЗП виявився мінімальним, що свідчить про ефективність контролю за цими сполуками з боку промислових і комунальних джерел.

Таблиця 1 – Класифікація забруднення повітря за різних функціональних зонах м. Ганновер

Район міста	Середній ІЗП	Категорія якості повітря	Домінуючі забруднювачі
Промислова зона	75	Помірна (вище норми)	$PM_{2.5}$, NO_2
Центр міста	45	Задовільна	$PM_{2.5}$, CO
Житловий район	35	Добра	PM_{10} , O_3
Паркова зона	30	Дуже добра	Низький рівень усіх речовин

Таким чином, проведене дослідження підтверджує ефективність індексного підходу до оцінки екологічного стану повітря у великих містах. Просторово-сезонний аналіз дозволяє виявити вразливі ділянки, адаптувати екологічну політику до реального навантаження та підвищити якість міського планування. Впровадження інтерактивних моніторингових систем, розширення зелених коридорів та регулювання трафіку у пікові сезони можуть суттєво зменшити негативний вплив забруднення на населення.

Список використаної літератури

1. Air Quality Open Data Platform – AQICN. Real-time Air Quality Index. - Режим доступу: <https://aqicn.org> .
2. IQAir. World Air Quality Report 2023. - 2024. - Режим доступу: <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>.

*Vasylyv Nataliia, assistant of Department of Environmental Protection Technology
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ЯК ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ В ГАЛУЗІ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

У сучасних умовах підвищеного техногенного навантаження на довкілля та суспільство, значно зростає актуальність формування у майбутніх фахівців знань і компетентностей з охорони праці. Дисципліна «Основи охорони праці» є ключовим освітнім компонентом у підготовці спеціалістів, які працюватимуть у сфері техногенної та екологічної безпеки, промисловості, будівництві, енергетиці тощо [1, 2]. Вона формує у студентів компетентності, необхідні для забезпечення безпечного функціонування об'єктів критичної інфраструктури, а також сприяє розвитку культури безпеки.

Метою викладання цієї дисципліни є не лише ознайомлення з нормативно-правовою базою у сфері охорони праці, а й розвиток здатності оцінювати ризики, приймати рішення у кризових ситуаціях, використовувати засоби індивідуального захисту, організовувати безпечне середовище на виробництві.

Інтеграція сучасних методів навчання – кейс-аналізу, симуляцій, мультимедійного моделювання — підвищує ефективність засвоєння матеріалу та сприяє практичному закріпленню знань. Також важливо оновлювати навчальний зміст з урахуванням новітніх викликів — кіберризиків, автоматизації, змін у трудовому законодавстві.

Отже, основи охорони праці повинні розглядатися не як другорядна дисципліна, а як важливий складник безперервної професійної підготовки фахівця в галузі техногенної безпеки.

Ціллю даного дослідження є визначення ролі основ охорони праці у формуванні безпечного мислення, відповідального ставлення до безпеки праці та здатності аналізувати й попереджувати потенційні ризики на виробництві. Особливу увагу приділено інтеграції теоретичних знань з охорони праці у практичну підготовку студентів, зокрема через моделювання надзвичайних ситуацій, навчання діям у разі аварій, а також вивчення нормативно-правових актів.

У тезі обґрунтовано необхідність оновлення змісту навчальної дисципліни з урахуванням новітніх технологій, ризиків цифрової індустрії та змін у трудовому законодавстві. Висвітлено сучасні методи навчання, зокрема кейс-методи, симуляції, мультимедійні тренажери, які сприяють глибшому засвоєнню знань.

Ключові слова: охорона праці, техногенна безпека, освітній компонент, ризики, безпечне середовище.

У сучасних умовах глобалізації, цифровізації та зростаючих техногенних ризиків важливою складовою професійної підготовки фахівців технічного профілю є дисципліна «Основи охорони праці». Її значення зростає у зв'язку з необхідністю формування у студентів свідомого ставлення до

безпеки, здатності аналізувати виробничі ризики та впроваджувати заходи щодо їх мінімізації. Метою дослідження є обґрунтування ролі курсу охорони праці у підготовці майбутніх фахівців галузі техногенної безпеки.

Теоретичні основи охорони праці в освітньому процесі. Охорона праці як навчальна дисципліна охоплює комплекс знань про безпечні умови праці, законодавство, організаційні заходи та технічні засоби захисту. Вона має міждисциплінарний характер, поєднуючи технічні, юридичні, екологічні та медичні аспекти. Формування компетентностей з охорони праці здійснюється згідно з вимогами стандартів вищої освіти України.

Охорона праці в структурі підготовки фахівців з техногенної безпеки. У структурі підготовки інженерів техногенної безпеки дисципліна охорони праці займає центральне місце. Вона формує здатність приймати рішення в умовах надзвичайних ситуацій, передбачати та мінімізувати виробничі ризики, організовувати безпечні умови праці. Значна увага приділяється практичній складовій, включаючи навчальні тренінги, ситуаційні завдання, моделювання аварій [3-5].

Інноваційні підходи до викладання дисципліни. Сучасна методика викладання охорони праці базується на впровадженні інтерактивних форм навчання. Застосовуються цифрові симулятори, мультимедійні кейси, модулі електронного навчання (Moodle, Google Classroom), тренажери реальних виробничих ситуацій. Це дозволяє студентам глибше засвоювати матеріал і формувати навички реального реагування на небезпеку.

Основи охорони праці — невід'ємний елемент освітнього процесу в галузі техногенної безпеки. Він сприяє формуванню професійної свідомості, відповідальності та здатності діяти в умовах ризику. Рекомендується поглиблювати практичну частину курсу, впроваджувати сучасні цифрові інструменти та адаптувати зміст дисципліни до актуальних викликів сучасності.

Список використаної літератури

1. Закон України "Про охорону праці" від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (із змінами). — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
2. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. — Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. — 80 с.
3. Воловик В.С., Козяр М.М. Основи охорони праці: навчальний посібник. — Львів: Новий світ – 2000, 2021. — 352 с.
4. Ткачук С.В. Безпека життєдіяльності та охорона праці: навчальний посібник. — Київ: Центр учбової літератури, 2020. — 296 с.
5. Прохорова Т.В., Яворська Г.В. Методика викладання охорони праці у закладах вищої освіти. — Харків: НТУ "ХПІ", 2018. — 150 с.

Шрейдер В.В.
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

ПЕРЕРОБКА ТА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ І МОЖЛИВОСТІ

Україна перебуває на етапі глибокої екологічної трансформації, в якій питання переробки та утилізації відходів займає одне із ключових місць. Сучасний стан системи поводження з відходами свідчить про наявність як серйозних викликів, і потенційних можливостей для сталого розвитку.

За даними Міністерства охорони навколишнього середовища України, щорічно в країні утворюється близько 10–12 млн. тонн твердих побутових відходів (ТПВ), з яких лише незначна частина переробляється. Переважна більшість надходить на полігони, які часто переповнені і не відповідають санітарним нормам. Така ситуація становить значну екологічну загрозу: забруднення ґрунту, підземних вод, викиди парникових газів, поширення інфекцій та загроза здоров'ю населення.

Модель управління відходами в Україні, що історично склалася, ґрунтується на похованні, а не на переробці або повторному використанні. Відсутність сучасних технологій та слабка інвестиційна привабливість цієї сфери призводять до низької ефективності всієї системи поводження з відходами. У таких умовах стає управління відходами стає важливим елементом національної екологічної та економічної безпеки.

Як видно з рис. 1, обсяги утворення твердих побутових відходів в Україні мають стабільну тенденцію до зростання протягом останнього десятиліття.

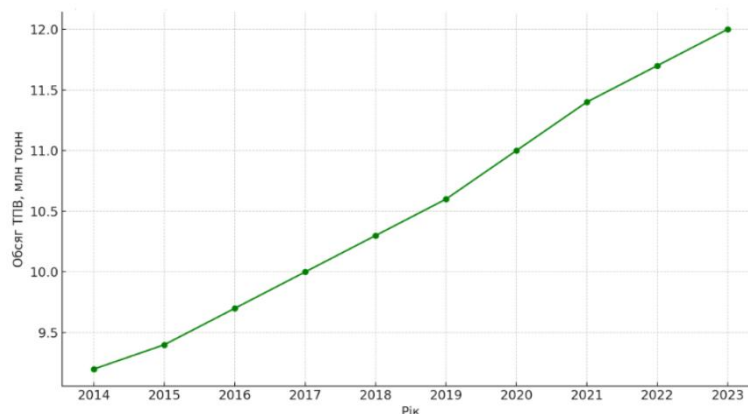


Рисунок 1 – Динаміка утворення твердих побутових відходів в Україні у 2014–2023 роках

Однією з основних проблем залишається недосконалість нормативно-правової бази. Незважаючи на ухвалення у 2023 році Закону «Про управління відходами», який наблизив українську політику до стандартів ЄС, на практиці впровадження цих норм стикається із низкою перешкод. Це стосується як

відсутності підзаконних актів, і обмежених ресурсів органів місцевого самоврядування.

Друга проблема — нестача фінансових і технічних ресурсів на місцях.

Третя – низький рівень екологічної обізнаності населення. Відсутність культури роздільного збору відходів та недовіра до системи переробки знижують ефективність навіть тих ініціатив, які починають працювати на місцях.

Незважаючи на виклики, Україна має низку можливостей, які дозволяють суттєво покращити управління відходами.

По-перше, це європейський вектор розвитку. Поглиблення співпраці з ЄС надає доступ до міжнародної технічної допомоги, інвестицій та кращих практик. Наприклад, у рамках угоди про асоціацію з ЄС Україна зобов'язалася запровадити європейські директиви в галузі поводження з відходами, зокрема принципи ієрархії поводження з відходами: скорочення – повторне використання – переробка – утилізація – поховання.

По-друге, розвиток циркулярної економіки відкриває нові перспективи. Така модель орієнтована на повторне використання ресурсів та мінімізацію відходів. Для України це означає необхідність інвестувати у переробку, компостування, регенерацію енергії з відходів, а також розвиток бізнесу у сфері зелених технологій.

По-третє, інфраструктурні та технологічні рішення:

- створення регіональних кластерів переробки відходів (на прикладі Львова, Дніпра, Житомира);
- впровадження роздільного збору сміття у містах та сільській місцевості;
- застосування технологій механіко-біологічної обробки (МПВ), термічної переробки та компостування органічних відходів.

Важливим чинником сталого управління відходами є активну участь населення. Вже зараз в Україні діють десятки освітніх та просвітницьких програм, спрямованих на формування екологічної відповідальності — від шкільних курсів до міських екокампаній та стартапів. Це дозволяє формувати нове покоління споживачів та підприємців, орієнтованих на «зелені» практики.

Для успішного реформування сфери поводження з відходами в Україні необхідні такі кроки:

- розробка та реалізація регіональних програм управління відходами з урахуванням локальної специфіки та участі приватного сектора;
- зміцнення законодавства та прискорення прийняття підзаконних актів до основного закону про відходи;
- залучення інвестицій через державно-приватне партнерство та міжнародні екологічні фонди;
- розширення системи моніторингу та звітності за рух відходів всіх етапах: від генерації до утилізації;
- просування екологічної освіти та кампаній з формування культури поводження з відходами.

Таким чином, проблеми переробки та утилізації відходів в Україні багатогранні, але не є нерозв'язними. Ефективне управління відходами потребує комплексного підходу, що об'єднує зусилля держави, бізнесу та суспільства. За наявності політичної волі, інвестицій та підтримки міжнародної спільноти Україна здатна перейти від застарілої моделі «поховання» до сучасної системи управління відходами, яка відповідає принципам сталого розвитку.

Список використаної літератури

1. Білявський, О. О. (2023). ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИРІШЕННЯ. Стратегія економічного розвитку України, 52, 72–83. DOI: <https://doi.org/10.33111/sedu.2023.52.072.083>
2. Колодійчук, І. А. (2023). Техніко-технологічний потенціал утилізації відходів у регіонах України [Техніко-технологічний потенціал утилізації відходів у регіонах України]. Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України, 161 (3), 34-40. DOI: <https://doi.org/10.36818/2071-4653-2023-3-5>.
3. Власенко, І. і Постова, В. 2021. Аналіз сучасних інноваційних методів утилізації відходів. Економіка і організація управління. 3(39) (Квіт 2021), 30-40. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2020.3.3>

Приходько О.В.

ДВНЗ «Донецький національний технічний інститут»

ВПЛИВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ: ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ РІШЕННЯ

Автомобільний транспорт є одним з найінтенсивніших антропогенних джерел забруднення навколишнього середовища в умовах урбанізації та індустріалізації. В Україні автотранспорт, будучи невід'ємним елементом соціально-економічної інфраструктури, водночас значно впливає на всі компоненти навколишнього середовища, насамперед на атмосферне повітря. За останні десятиліття в країні спостерігається стійка тенденція до збільшення чисельності автомобільного парку, особливо у великих містах та приміських зонах. За даними Державної служби статистики України, транспортний сектор генерує до 83% валового обсягу забруднюючих викидів у міських агломераціях, включаючи оксиди азоту (NO_x), чадний газ (CO), леткі органічні сполуки (ЛОС) та тверді завислі частки (PM₁₀, PM_{2.5}). Ці речовини мають виражений канцерогенний і мутагенний потенціал, а також сприяють розвитку хронічних захворювань органів дихання і серцево-судинної системи.

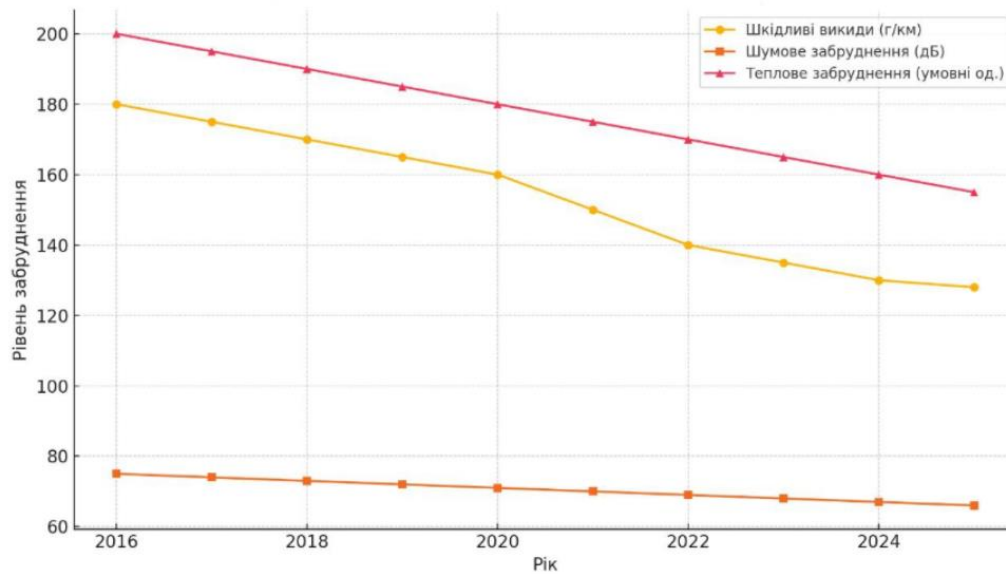


Рисунок 1 – Динаміка змін трьох типів забруднення від автомобільного транспорту (2016-2025 р.)

Фактори, що посилюють екологічне навантаження автотранспорту в Україні, включають високий рівень експлуатації застарілих транспортних засобів, більша частина яких не відповідає вимогам екологічних стандартів Євро-4 та вище. Понад 50% автопарку країни станом на 2022 рік склали автомобілі з віком понад 15 років. Відсутність сучасних систем каталітичної нейтралізації вихлопних газів у поєднанні з низькою якістю палива та слабкою системою технічного контролю значно збільшує рівень забруднюючих викидів на одиницю транспортного засобу. Крім того, у транспортно-експлуатаційному середовищі міст формується висококонцентроване шумове забруднення, що додатково посилює антропогенний вплив на здоров'я населення.

Слід зазначити, що транспортний сектор займає суттєву частку в структурі емісії парникових газів. За оцінками Міністерства захисту навколишнього середовища та природних ресурсів України, у 2020 році викиди CO₂ від автомобільного транспорту перевищили 25 млн тон, що становить близько 12–13% загального національного обсягу. Ці показники визначають автотранспорт як ключовий об'єкт кліматичної політики, спрямованої на скорочення вуглецевого сліду та виконання зобов'язань України у рамках Паризької угоди. Тим не менш, заходи щодо декарбонізації сектора, включаючи стимулювання переходу на електромобілі та гібридні транспортні засоби, реалізуються фрагментарно та з обмеженим ефектом. Станом на 2023 рік кількість зареєстрованих електромобілів в Україні склала близько 60 тисяч одиниць, що еквівалентно менше 1% від загального автопарку країни.

Трансформація транспортної системи у напрямі сталого розвитку потребує комплексного підходу, що передбачає поєднання технічних, економічних та інституційних рішень. Зокрема, необхідно розвивати

національну політику щодо підтримки електротранспорту та модернізації громадського транспорту, впроваджувати прогресивні екологічні стандарти та обов'язковий екологічний аудит транспортних засобів. Одночасно важливо формувати інфраструктуру альтернативних видів транспорту – велосипедного, пішохідного та рейкового – як засобу зниження залежності від індивідуального автотранспорту. Роль громадського сектору та місцевих органів влади в цьому процесі полягає в координації інвестицій, розробці екологічних регламентів та підвищенні рівня екологічної свідомості громадян.

На закінчення, вплив автотранспорту на екологічний стан в Україні характеризується високим ступенем системності та багатоаспектності. Для досягнення екологічної нейтральності та зниження ризику деградації природного середовища необхідна активізація державної політики в галузі екологізації транспорту, підтримка інновацій та розвиток механізмів громадської участі. Тільки при реалізації скоординованих дій можна збалансувати транспортну мобільність та екологічну безпеку в контексті сталого розвитку.

Список використаної літератури

1. Державна служба статистики України. Викиди забруднюючих речовин в атмосферному повітря від стаціонарних та пересувних джерел забруднення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua>
2. Klimenko A. (2019). APPROACHES TO REGULATION OF CO2 EMISSION AND ENERGY CONSUMPTION INDICATORS OF NEW LIGHT DUTY VEHICLES IN UKRAINE. The National Transport University Bulletin 1(43), pp. 66-75. DOI: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2019-1-43-066-075>
3. Міронюк О. (2021). Assessment of noise level on arterial streets depending on traffic flow indicators. Academic Journals and Conferences, Vol. 2 (2), 52-63. DOI: <https://doi.org/10.23939/tt2021.02.052>

Лепеха О.М., Лепеха М.О., Ольшаний Г.О.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

НАПРЯМКИ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ ДЛЯ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

Післявоєнне відновлення України – це не лише питання інфраструктури, а й глибинне переформатування екологічної, соціальної та економічної політики держави у відповідності до стандартів Європейського Союзу. Євроінтеграційний курс передбачає наближення до *acquis communautaire*, де захист довкілля відіграє ключову роль. З огляду на масштаб екологічної шкоди, завданої війною, в центрі політики мають бути принципи зеленої трансформації, кліматичної нейтральності та циркулярної економіки.

Пріоритетом є розвиток стратегій екологічної безпеки у поєднанні з відновленням територій, що зазнали найбільших руйнувань.

Екологічні виклики післявоєнного періоду.

Війна призвела до забруднення ґрунтів, руйнування промислових об'єктів, знищення природних територій, масового винищення лісів. За даними Міндовкілля, станом на 2024 рік понад 30% природно-заповідного фонду України опинилися в зоні бойових дій або окупації. Відбулося цілеспрямоване знищення інфраструктури очищення вод, підприємств із небезпечними речовинами, порушення режиму водно-болотних угідь. Поліський регіон особливо вразливий через порушення ґрунтово-водного балансу [1]. Додатково фіксуються випадки викидів важких металів та нафтопродуктів у річки, що загрожує транскордонному забрудненню. Необхідне впровадження систем екологічного моніторингу у реальному часі та оцінки втрат для майбутніх позовів [2].

Євроінтеграційна політика в екологічній сфері.

Євроінтеграція України вимагає реалізації положень Глави 27 Угоди про асоціацію з ЄС. Основні напрямки включають адаптацію до директив щодо оцінки впливу на довкілля (ОВД), стратегічної екологічної оцінки (СЕО), управління відходами, охорони атмосферного повітря. Відповідно до Рамкової екологічної політики ЄС, необхідно запровадити систему реєстрації та звітності про викиди (PRTR), забезпечити доступ громадськості до інформації про стан довкілля (таблиця 1). Надзвичайно важливо реформувати Державну екологічну інспекцію, зробивши її прозорою, цифровізованою та незалежною. Ключовим інструментом є розробка Національного плану дій з охорони довкілля на період 2025–2030 рр., інтегрованого у Національний план з відновлення.

Зелена трансформація та сталий розвиток.

Зелена трансформація – це стратегічна відповідь України на виклики кліматичних змін та енергетичної безпеки [3]. В рамках ініціативи «Зелене відновлення» за підтримки ПРООН передбачається оновлення будівель з урахуванням енергоефективності, розвиток ВДЕ, декарбонізація промисловості. Зокрема, на сході України можлива реалізація проєктів сонячної енергетики на деокупованих землях, в західних областях – вітроенергетики. Інтеграція України до Європейського зеленого курсу (Green Deal) включає відповідність Цілі 12-13 ЦСР ООН. Підтримку цьому курсу надає також Національний план дій з циркулярної економіки, що передбачає мінімізацію утворення відходів і повторне використання ресурсів.

Інституційна реформа та управління.

Екологічне відновлення потребує ефективного управління, зокрема перегляду повноважень органів влади [4]. Необхідне посилення координації між Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів, Міністерством розвитку громад та територій та Обласними військовими адміністраціями, залучення наукових інститутів. Запровадження цифрових платформ контролю (EcoThreat, ЕкоЗагроза) дозволить оперативно фіксувати екологічні

порушення та реагувати на них. Розширення повноважень територіальних громад у сфері управління відходами та благоустрою забезпечить прозорість і децентралізацію рішень. Також варто створити Центр екологічних рішень при Кабінеті Міністрів з аналітичною функцією на основі відкритих даних, досліджень та моделювання сценаріїв.

Таблиця 1 – Інструментами моніторингу для напрямів Євроінтеграційна політика в екологічній сфері

Напрямок	Інструменти моніторингу	Частота збору даних
ОВД / СЕО	Єдина реєстраційна система, платформи EIA/SEA	За проектами, щоквартально
Якість повітря	Автоматизовані станції моніторингу, EcoCity API	Реального часу
Управління відходами	Цифрові реєстри, звітність у форматі PRTR	Щоквартально, річні звіти
Викиди парникових газів	Національний кадастр викидів, верифікація ISO 1406	Щорічно
Енергоефективність	Енергопаспорти будівель, аудит споживання	Піврічно
Використання ВДЕ	GIS-моніторинг стану станцій ВДЕ	Щомісячно
Кліматична адаптація	Індекси кліматичних ризиків, сценарне моделювання ⁵	Щорічно, позапланово

Міжнародна співпраця та фінансування

Євросоюз виступає ключовим партнером України у питанні екологічного відновлення. Фінансування в межах Інструменту передвступної допомоги (IPA), програми LIFE та U-LEAD дозволяє реалізувати локальні проекти зі збереження біорізноманіття, очищення води, рекультивації територій [5]. Окремі напрями – це підготовка фахівців, передача технологій, спільна участь у міжнародних тендерах. Важливо посилити співпрацю з такими країнами як Німеччина, Швеція, Франція, що мають досвід у реабілітації індустріальних регіонів. Також слід активізувати участь України у роботі Європейського агентства з довкілля (EEA) та імплементації Циркулярного пакету ЄС.

Висновки

Євроінтеграція та відновлення України – це процеси, які мають бути взаємопов'язаними. Екологічна складова є не лише вимогою ЄС, а й шансом для України розвинути сталу економіку, покращити якість життя громадян і зміцнити свої інституції. Інтеграція до спільних екологічних прав і

зобов'язань, обов'язкових до виконання в усіх країнах-членах Європейського Союзу (*Acquis communautaire*), дозволить Україні стати повноправним членом європейської екологічної спільноти, зробивши відновлення не лише відбудовою, але й модернізацією.

Список використаної літератури

1. Замула І., Шавурська О. Стратегічні напрями відновлення екологічної безпеки Поліського регіону в післявоєнний період. *Journal of Innovations and Sustainability*. 2023. Т. 7, № 1. С. 2. DOI: <https://doi.org/10.51599/is.2023.07.01.02>.
2. Войтович Л.М., Федик М.В. Стратегія повоєнного відновлення економіки України в умовах євроінтеграції. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 65. С. 288. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-112>.
3. Зелене відновлення України: впровадження екологічних та кліматичних політик під час післявоєнного відновлення. ПРООН в Україні. 2024. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-04/undp-ua-green-recovery-ukr.pdf>
4. Втрата зеленої складової у відновленні України: аналітичний звіт. Екологія. Право. Людина. 2024. https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2024/07/Analitychnyj_dok_integratsiya-EP-vidnovlennya_fin.pdf
5. Liudmyla Markina, Dmytro Todchuk. Assessment of the efficiency of modern technologies for reducing greenhouse gas emissions in industrial enterprises of Ukraine. *Technology audit and production reserves. Chemical engineering: ecology and environmental technology*. Vol. 6. No. 3(80) (2024). PP. 25-30. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.319856>.

*Маркіна Л.М., доктор технічних наук, Белов Д.С., Сурдуковський М.А.
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління*

СТРАТЕГІЧНІ ЦІЛІ ІНСТИТУТУ ЕКОЛОГІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

Відновлення України після війни та інтеграція в Європейський Союз є одними з найважливіших завдань для нашої країни на сучасному етапі. Ці процеси вимагають комплексного підходу та чітко визначених стратегічних цілей.

Метою цієї роботи є визначення основних стратегічних цілей інституту екологічного відновлення та розвитку України, які сприятимуть сталому розвитку країни та її інтеграції в європейське співтовариство.

Основні стратегічні цілі:

1. **Відновлення інфраструктури.** Однією з головних стратегічних цілей є відновлення зруйнованих об'єктів інфраструктури, включаючи дороги, мости, будівлі та комунальні системи. Відновлення інфраструктури є

критично важливим для забезпечення безпечного середовища для комфортного життя людей та ведення бізнесу. Це включає не лише фізичне відновлення, але й модернізацію інфраструктури для підвищення її стійкості до майбутніх викликів.

За оцінками Світового банку, потреби у відновленні України складають \$411 млрд [1]. Прямі збитки від руйнування інфраструктури досягли \$143,8 млрд станом на лютий 2023 року [1]. Відновлення інфраструктури має бути пріоритетним завданням для забезпечення нормального функціонування економіки та соціальної сфери.

2. Економічне зростання. Забезпечення економічного зростання є ще однією ключовою стратегічною ціллю. Планується забезпечити зростання ВВП України з \$200 млрд у 2021 році до \$500 млрд у 2032 році [1]. Це можливо через створення умов для стрімкого економічного зростання, структурну перебудову економіки та розвиток переробної промисловості. Важливим аспектом є підтримка малого та середнього бізнесу, який є основою економіки.

Україна має цілі забезпечити середній щорічний темп зростання ВВП ~ 7% до 2032 року [1]. Це включає залучення інвестицій, нарощування експорту та інтеграцію у глобальні ланцюги створення доданої вартості.

3. Євроінтеграція. Досягнення повної відповідності економічним критеріям членства в Європейському Союзі є важливою стратегічною ціллю. Це включає імплементацію економічної частини Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, гармонізацію національного законодавства з європейським *acquis communautaire* та впровадження європейських стандартів у всі сфери життя.

Україна отримала статус кандидата на членство в ЄС, що відкриває нові можливості для економічного розвитку та інтеграції в європейське співтовариство [1]. Важливо забезпечити відповідність економічним критеріям членства в ЄС для досягнення цієї мети.

4. Соціальна згуртованість та розвиток людського капіталу. Збереження соціальної згуртованості та зміцнення відповідальності суспільства за відбудову країни є важливими аспектами відновлення. Підвищення рівня освіти та професійної підготовки населення для задоволення потреб ринку праці сприятиме розвитку людського капіталу, що є основою для сталого розвитку країни.

Станом на грудень 2022 року, біженців з України в Європі зафіксовано 7,9 млн осіб [1]. Повернення більшості з них є важливим для відновлення економіки та соціальної сфери. Важливо забезпечити умови для повернення біженців та їх інтеграції в суспільство.

5. Екологічна стійкість. Впровадження заходів для зменшення впливу на довкілля та збереження природних ресурсів є важливою стратегічною ціллю. Це включає розвиток відновлюваних джерел енергії та енергоефективних технологій, що сприятиме зменшенню викидів парникових газів та покращенню екологічної ситуації в країні.

Екологічна стійкість є важливим аспектом відновлення України, оскільки забезпечення чистого довкілля сприятиме здоров'ю населення та сталому розвитку економіки [2].

Інструменти та механізми реалізації

1. **Законодавча база.** Розробка та вдосконалення законодавчих актів у сфері відновлення та євроінтеграції є важливим інструментом для досягнення стратегічних цілей. Гармонізація національного законодавства з європейським *acquis communautaire* сприятиме інтеграції України в ЄС та забезпеченню відповідності європейським стандартам.

2. **Фінансові механізми.** Залучення інвестицій у проекти відновлення та розвитку є ключовим аспектом для забезпечення фінансової підтримки. Використання міжнародних грантів та програм фінансування сприятиме реалізації проектів та досягненню стратегічних цілей.

Загальні потреби у фінансуванні Українського плану відбудови оцінюються Урядом України в \$750 млрд на 2023-2032 роки [1]. Це включає залучення інвестицій, міжнародну допомогу та ефективне використання національних ресурсів.

3. **Міжнародна співпраця.** Участь у міжнародних ініціативах та угодах щодо відновлення та розвитку є важливим інструментом для забезпечення підтримки з боку міжнародної спільноти. Співпраця з міжнародними організаціями та країнами-партнерами сприятиме обміну досвідом та залученню додаткових ресурсів.

Міжнародна відкритість процесів відновлення із широким залученням ресурсів міжнародної допомоги та іноземних інвесторів є важливим аспектом для досягнення стратегічних цілей [2].

Узагальнення основних напрямків діяльності Інституту екологічного відновлення та розвитку України дозволяє визначити ключові стратегічні цілі, які сприятимуть сталому розвитку країни та її інтеграції в європейське співтовариство. Відновлення інфраструктури, економічне зростання, євроінтеграція, соціальна згуртованість та екологічна стійкість є основними напрямками, які потребують комплексного підходу та ефективної реалізації.

Відновлення інфраструктури є критично важливим для забезпечення нормального функціонування економіки та соціальної сфери. Економічне зростання, зокрема через підтримку малого та середнього бізнесу, створення умов для інвестицій та нарощування експорту, сприятиме підвищенню рівня життя населення та зміцненню економіки.

Євроінтеграція відкриває нові можливості для економічного розвитку та інтеграції в європейське співтовариство. Важливо забезпечити відповідність економічним критеріям членства в ЄС та імплементацію економічної частини Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.

Соціальна згуртованість та розвиток людського капіталу є основою для сталого розвитку країни. Повернення біженців та їх інтеграція в суспільство, підвищення рівня освіти та професійної підготовки населення сприятимуть зміцненню соціальної сфери та розвитку людського капіталу.

Екологічна стійкість є важливим аспектом відновлення України. Впровадження заходів для зменшення впливу на довкілля, розвиток відновлюваних джерел енергії та енергоефективних технологій сприятимуть покращенню екологічної ситуації та забезпеченню сталого розвитку країни.

Інструменти та механізми реалізації, такі як законодавча база, фінансові механізми та міжнародна співпраця, є ключовими для досягнення стратегічних цілей. Розробка та вдосконалення законодавчих актів, залучення інвестицій та міжнародна допомога, участь у міжнародних ініціативах та угодах сприятимуть ефективній реалізації планів відновлення та євроінтеграції України.

Загалом, стратегічні цілі інституту відновлення та євроінтеграції України спрямовані на забезпечення сталого розвитку країни, підвищення рівня життя населення, зміцнення економіки та інтеграцію в європейське співтовариство. Важливо забезпечити комплексний підхід до реалізації цих цілей, враховуючи всі аспекти відновлення та розвитку, залучаючи всі наявні ресурси та можливості.

Список використаної літератури

1. Концепція стратегії повоєнного відновлення та розвитку України. Офіційний сайт Міндовкілля. URL: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-05/stratvidnovlennya-koncept-v2.pdf>.
2. План відновлення України від наслідків війни. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <https://komprompol.rada.gov.ua/uploads/documents/31278.pdf>.

*Носач О.К., Петренко А.В., Кодунов Б.О.
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»*

ЗАКРИТТЯ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ТА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ: ЗАСОБИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ

На етапі підготовки вугільних шахт до закриття однією з головних проблем є нівелювання шкідливого впливу на навколишнє середовище [1-4].

Вивід шахт з експлуатації викликає:

- Підняття рівня підземних вод із затопленням підземних споруд та комунікацій [1];
- Обводнення ґрунтів, просадка та порушення ґрунтової основи під спорудами;
- Зміна напрямку переміщення підземних вод та їхнього хімічного складу [5];
- Інтенсифікацію газовиділення та скупчення газів в підземних спорудах;
- Осідання, провали, прояви крупних тріщин на поверхні землі [6,7].

Закриття шахт шляхом їх затоплення викликає шкідливі небезпечні екологічні наслідки у вигляді змінення режиму підземних вод, підтоплення та заболочування територій на поверхні [2-4].

Закриття шахт призводять до серйозного погіршення екологічної ситуації у вуглевидобувних регіонах: неконтрольоване підтоплення територій, загазування об'єктів поверхні та ґрунтового шару, активізація процесу зсуву ділянок земної поверхні.

По мірі закриття шахт та після закінчення їх фізичної ліквідації залишаються актуальними наступні проблеми:

- Контроль газу в зонах, що небезпечні з проникнення газу метану на поверхню землі;
- Контроль рівня підземних вод;
- Контроль деформацій ділянок земної поверхні на території гірничих відводів шахт;
- Контроль радіаційної ситуації

Після завершення видобутку вугілля, газ, виходячи на поверхню землі накопичується в підвалах та інших приміщеннях, що було причинами пожеж, вибухів, травмування людей. За ступенем безпеки виділення газу метану земна поверхня гірничих відводів газових вугільних шахт, поділяються на: небезпечні, загрозливі та небезпечні зони.

Оцінка ділянок земної поверхні шахт за ступенем безпеки газу метану за спеціальною методикою проводиться не рідше одного разу на 3 роки спеціальною комісією.

Особливу небезпеку при ліквідації шахт від їхнього затоплення представляє метан, що витісняється водою до земної поверхні. Для попередження неконтрольованого виходу шахтних газів на поверхню землі, потрапляння в підвали, погребі здійснюється організований їхній відвід через дегазаційні трубопроводи, спеціально пробурені дегазаційні свердловини в небезпечних зонах.

Дослідження Англії, Німеччини, Франції, Бельгії показали, що вилучення метану з закритих шахт настільки значні, що можуть бути використані як джерела енергії [1-6].

Організація газодинамічного моніторингу виявило стрибкоподібний характер процесу виділення метану на земну поверхню, який пов'язаний із коливаннями барометричного тиску. У місцях метановиділення на поверхні землі з'являються смуги «окисленого ґрунту», ще вона стає липкою, сірою за кольором, рослинність гине.

Досвід показує, що поява газу метану в ґрутованому повітрі значно випереджає загазування приміщень. Реальну небезпеку являє собою вуглекислий газ, який витісняється при затопленні шахт, що призводить до загибелі людей від отруєння цим газом.

Вельми актуальною проблемою при закритті шахт їх повним затопленням є забезпечення екологічної безпеки, що пов'язана із попередженням підтоплення земної поверхні та забруднення підземних вод і як наслідок підтоплення населених пунктів промислових зон. У випадку

підйому рівня підземних вод при закритті шахт методом «мокрої консервації» від 20% до 50% рівня підйому гірничо-промислові райони будуть підтоплені та заболочені. При цьому води можуть бути насичені токсичними речовинами з наступним проникненням у водойми вище рівня ґрунтових вод.

Для попередження усього викладеного необхідно на полях шахт, що ліквідуються облаштовувати мережу гідронаглядних свердловин, проведення моніторингу геологічного середовища на шахтних полях, отримувати данні про коливання рівня підземних вод й їх мінералізації.

Для захисту від підтоплення необхідні наступні рішення:

- Видача шахтних вод в річки, шляхом проведення закритих штолень;
- У стволах та свердловинах встановлення водознижуючих насосних станцій;
- Горизонтальний дренаж на глибині 2-3м від земної поверхні;
- Буріння самозливних свердловин діаметром 300мм у місцях близьких до водотоків.

Процес осідання поверхні землі триває при глибинах 100-1000м 2-12місяців. Величини осідання поверхні досягає 80-90% потужності відроблених пластів вугілля. Процес активізації зміщень масиву та земної поверхні при затопленні виробок характерне для малих глибин та проходить на глибині близько 80м [6,7].

У якості заходів захисту об'єктів від впливу деформацій земної поверхні у наслідок затоплення гірничих виробок споруди на земній поверхні поділяють на самостійні блоки шляхом створення деформаційних швів, посилення стрічкових фундаментів та стін підвалів та інше.

Впровадження інженерних рішень забезпечує безпеку об'єктів поверхні та попередить, в основному, шкідливий екологічний вплив на земну поверхню, суттєво не змінить гідрогеологічний режим, що склався, враховуючи скидання шахтних вод в гідрографічну мережу.

Список використаної літератури

1. Ma, Rong & Gao, Junlian & Guan, Chenghe & Zhang, Bo. Coal mine closure substantially increases terrestrial water storage in China. *Communications Earth & Environment*. 2024. August 20245(1). doi::[10.1038/s43247-024-01589-z](https://doi.org/10.1038/s43247-024-01589-z).
2. Smith FW, Underwood B. Mine closure: the environmental challenge. *Mining Technology*. 2000;109(3):202-209. doi:10.1179/mnt.2000.109.3.202
3. Smith, F. & Underwood, B. Mine closure: The environmental challenge. *Mining Technology. December 2000 Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section A: Mining Technology* 109(3):202-2092020. 109. doi:10.1179/mnt.2000.109.3.202.
4. Five lessons from past mining closures. 2019. URL^
<https://www.sei.org/features/five-lessons-from-past-mining-closures/> (дата звернення 01.05.2025)

5. Maria Hełdak, Joanna Lipsa, Ryszard Pokładek. Environmental effects of coal mine closures in the Lower Silesian Coal Basin, Poland. *Journal of Ecological Engineering*, 2025, 26(6), 329–341. <https://doi.org/10.12911/22998993/202630>

6. Andre Vervoort. Impact of the closure of a coal district on the environmental issue of long-term surface movements. *AIMS Geosciences* 2022, Volume 8, Issue 3: 326-345. doi: 10.3934/geosci.2022019.

7. I.Sakhno, S. Sakhno , O. Isaienkov, A. Petrenko Research on influence of stress-strain evolution in immediate floor before and after excavation face on origin floor heave in coal mines roadways. At the 5th International Conference on Sustainable Futures: environmental, technological, social and economic matters (ICSF 2023). May 21-24, 2024 at Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine.

Секція 5. Використання альтернативних джерел енергії

Майкович В., аспірант

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИХ РИЗИКІВ БУДІВНИЦТВА МАЛИХ ГЕС НА ПРИКАРПАТТІ

В межах Івано-Франківської області на сьогоднішній день експлуатується чотири МГЕС: Снятинська ГЕС (відновлена у 2004 році), Золотолипська ГЕС (відновлена у 2011 році), Пробійнівська-1 ГЕС (збудована у 2009 році), Пробійнівська-2 ГЕС (збудована у 2013 році). За оцінками фахівців в межах Івано-Франківської області є гідроенергетичний потенціал для будівництва ще біля 150 МГЕС [1].

Однак на початку 2010 року, через значний суспільний резонанс та протести екологів і місцевих громад було накладено вето на будівництво електростанцій на річках Українських Карпат. Тому реалізація цих проєктів була призупинена або скасована. Сьогодні, на тлі подій що відбуваються в Україні неможливо розглядати відновлення енергосистеми без будівництва енергетичних об'єктів, які використовують відновлювальні природні ресурси.

Саме тому нами був проведений комплекс наукових екологічних оцінок нових інвестиційних проєктів будівництва малих ГЕС на річках Українських Карпат [2-4].

З метою визначення гідроекологічних ризиків під час будівництва та подальшої експлуатації малих гідроелектростанцій у Карпатському регіоні України була застосована оцінка кількісної складової гідрологічної безпеки. Ця методика оцінки природно-техногенної безпеки гідроекосистем, передбачає оцінку двох її складових – якісної та кількісної. За результатами такої оцінки встановлені функціональні залежності норми кількісного стану Прут-Сіретської та Тиснянської гідроекосистем з висотою місцевості в межах Українських Карпат. Результати проведеної науково-практичних досліджень для екологічного оцінювання були проведені для каскаду з чотирьох малих гідроелектростанцій на річці Білий Черемош біля населеного пункту Голошина. Рекомендовані технічні рішення для підвищення рівня техногенної безпеки та збереження високого рекреаційно-туристичного потенціалу Карпатського регіону. Приведені розрахунки середньомісячних витрат води у створах каскаду Голошинських малих ГЕС та рекомендований режим їх безпечної експлуатації з точки зору мінімальних екологічних ризиків для водного середовища.

Щодо збереження гідробіонтів, особливо під час нересту – з цією метою нами пропонується конструкцію рибоходу застосувати для таких видів риби як лосось дунайський, морена, форель та ін. Це пов'язано з тим, що у гірських річках одні види риби їдуть на нерест вгору за течією по дну річки (наприклад морена), а інші види – стрибками (лосось дунайський, форель). Для цього пропонується змінити класичний рибохід на рибохід Даніеля. Означений рибохід являє собою ступінчасту конструкцію з ділянками секцій де зберігається постійна швидкість води, в яких риба може відпочивати. У перегородах сходинок передбачені отвори скрізь які може рухатися донні види риби, а по сходинкам стрибати гірські види риби.

Список використаної літератури

1. Консевич Л.М. Гідроекологічний потенціал Українських Карпат і перспективи його використання. Дис. канд. техн. наук: 21.06.01. Івано-Франківськ, 2000, 223 с.
2. Адаменко Я.О., Архипова Л.М., Пернеровська С.В. Наукова еколого-експертна оцінка проектів малих ГЕС в Івано-Франківській області. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2013. № 2(8). С. 26-31.
3. Arkhypova, L. M., Mandryk, O. M., Moskalchuk, N.M., Prykhodko, M. M. and Radlovska, K. O. (2021) Renewable energy resources in the system of sustainable development of Carpathian region of Ukraine. *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1781, International Conference on Applied Sciences (ICAS 2020) 20-22 May 2020, Hunedoara, Romania. DOI 10.1088/1742-6596/1781/1/012010.
4. Glibovytska, N., Rashevskaya, H., Arkhypova, L., Adamenko, Ya., Orfanova, M. (2024). Impact of electric power facilities on natural phytocenotic diversity. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 15(2), p.8-22. DOI: 10.31548/forest/2.2024.08.

Федонюк В., кандидат географічних наук
Луцький національний технічний університет

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АГРОВОЛЬТАЇКИ В УМОВАХ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Актуальною проблемою сучасних екологічних досліджень є оцінка потенціалу та практичних методів впровадження у регіонах України агровольтаїки (від англ. Agrivoltaics). Волинське Полісся, до складу якого входить Волинська область України, протягом тривалого часу вважалося малоперспективним регіоном для розвитку альтернативної енергетики, у тому числі – вітроенергетичних систем та сонячних акумулюючих станцій. Проте останнім часом погляди на дане питання змінюються, що пов'язано, у першу

чергу, з наслідками війни та втратою Україною значних обсягів енергогенерації, що робить альтернативну енергетику удвічі перспективнішою, а, по-друге, регіональні прояви кліматичних змін у зоні Волинського Полісся суттєво вплинули на потенціал використання альтернативних джерел електрогенерації. Водночас традиційне інтенсивне агровиробництво у регіоні потребує додаткових енергетичних ресурсів, що робить питання розвитку агровольтаїки актуальними та багатообіцяючими.

Агровольтаїка – це термін, що увійшов в практику екологічних досліджень відносно недавно. Даний напрямок передбачає впровадження технологічних процесів одночасного використання земель для використання відновлюваних джерел енергії та провадження сільськогосподарського виробництва (рослинництво або тваринництво). Частіше розглядають інтеграцію геліогенерації та агровиробництва, хоча часто розглядається і можливість такого поєднання для агросфери та вітроенергетики.

В останні десятиліття у межах Волинського Полісся активними є регіональні прояви змін клімату, оцінку яких у контексті впливу на агровиробництво давали у своїх працях Мерленко І.М., Федонюк В.В., Мерленко Н.О. [1], Федонюк В.В. Мерленко І.М., Федонюк М.А., Линюк Р.В., Ковальчук Н.С. [4], Fedoniuk V., Khrystetska M., Fedoniuk M., Merlenko I., Bondarchuk S. [8], Fedoniuk V.V., Fesyuk V.O., Fedoniuk M.A. [10] та інші автори. Зокрема, у дослідженнях Федонюк В.В., Гусар О.Н., Федонюка М.А. [3], Федонюк В.В., Федонюка М.А., Павлуся А.М. [5], Fedoniuk V.V., Husar O. N., Fedoniuk M.A [9] було виявлено такі сприятливі для розвитку агровиробництва і водночас позитивні для впровадження альтернативних енергетичних технологій чинники, як зниження загальної хмарності неба в регіоні та, відповідно, зростання геліопотенціалу. Зміни у вітровому режимі регіону, що включають підвищення середніх та максимальних швидкостей вітру у холодний період року, було проаналізовано у працях Василюк М.В., Михайлюк В.А., Федонюк В.В. [2], Федонюка М.А., Федонюк В.В [6], Pankevych A., Fedoniuk V., Vovk O., Pankevych S. [7]. Виявлені тенденції регіональних змін клімату можуть у близькій перспективі сприятливо вплинути на впровадження генерації вітроенергетики на території Волинського Полісся.

Тому вважаємо доцільним розглядати у контексті розвитку агровольтаїки в регіоні комбіноване поєднання геліо- та вітроенергетики з агровиробництвом. Агроландшафтна оцінка території Волинського Полісся дозволяє виділити як перспективні для впровадження геліоенергетики усі райони, а як перспективні для впровадження вітроенергетики – переважно південні райони даного регіону, які мають слабо-хвилястий, місцями погорбований рельєф у межах ділянок Волинської височини.

Серед перспективних напрямків агровольтаїки для Волинського Полісся виділимо: а) наземне агровиробництво у поєднанні з розміщенням рядів сонячних панелей, розміщених похило; рекомендовані культури – картопля, листові овочі, ягідні культури, ріпак; б) закрите агровиробництво – тепличні комплекси у поєднанні з сонячними колекторами, або фотоелектричні теплиці;

в) тваринництво на агровольтаїчних фермах, зокрема – випас великої рогатої худоби; г) нестандартний напрямок агровольтаїки – розміщення вітрогенераторних установок на сільськогосподарських угіддях – синергічний вплив такого поєднання на даний час ще перебуває на стадії дослідження.

Список використаної літератури

1. Мерленко І.М., Федонюк В.В., Мерленко Н.О. Адаптація до сучасних кліматичних змін агрономічних технологій в Північно-Західному Поліссі. *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення*: Збірник наукових праць IV Міжнародної науково-практичної конференції. Херсон, 10-11 червня 2021 року. Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2021. С. 228 – 230.
2. Василюк М.В., Михайлюк В.А., Федонюк В.В. Вітровий режим на Волині в контексті глобальних кліматичних змін. *Актуальні проблеми сучасної науки і освіти*: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 20-21 січня 2022 року. Львів : ЛНУ, 2022. С. 6 – 8.
3. Федонюк В.В., Гусар О.Н., Федонюк М.А. Динаміка хмарності в межах Волинської області в період 2010-2021 рр. *Український журнал природничих наук*. Житомир: № 4, 2023. С. 86 – 95. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.10>
4. Федонюк В.В., Мерленко І.М., Федонюк М.А., Линюк Р.В., Ковальчук Н.С. Зміни агрокліматичних чинників в зоні Полісся в контексті глобального потепління (на прикладі Волинської області). *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки*. Рівне: 2019. № 2 (86). С.124 – 134. DOI: <https://doi.org/10.31713/vs2201912>
5. Федонюк В.В., Федонюк М.А., Павлусь А.М. Дослідження грозової активності на Волині та в Україні за даними онлайн-ресурсу Blitzortung. *Український гідрометеорологічний журнал*. Одеса: 2021, 28(28). С. 16-28. UPL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9703/1/uhmj_28_2021_16.pdf
6. Федонюк М.А., Федонюк В.В. Екологічний вплив вітру у зоні міської забудови Луцька. *Авіація, промисловість, суспільство* : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Кременчук, 12 травня 2022 р. МВС України, Харків. нац. ун-т вн. справ, КЛК. Х.: ХНУВС, 2022. С. 379 – 383.
7. Pankevych A., Fedoniuk V., Vovk O., Pankevych S. Assessment and mapping of microclimatic features in complex architectural structures in Lutsk. *GeoTerrace-2024*. International Conference of Young Professionals. 7-8 Oct 2024, European Association of Geoscientists & Engineers. Volume 2024, p. 1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2024510012>
8. Fedoniuk V., Khrystetska M., Fedoniuk M., Merlenko I., Bondarchuk S. Shallowing of the Svityaz Lake in the context of regional climate change. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2020. 29 (4). P. 673 – 683. DOI: <https://doi.org/10.15421/112060>

9. Fedoniuk V.V., Husar O. N., Fedoniuk M.A. Study of the cloudiness dynamics in Lutsk in the context of climate change. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. Publisher: European Association of Geoscientists & Engineers. Source: Conference Proceedings, 16th International Scientific Conference, 15-18 Nov 2022, Volume 2022. p. 1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580125>

10. Fedoniuk V.V., Fesyuk V.O., Fedoniuk M.A. Analysis of the dynamics and precipitation regime in the cross-border region Poland-Belarus-Ukraine (2010-2018). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. Dnipro: 2023. 32 (2). P. 241 – 253. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112323>

*Максютов А., кандидат педагогічних наук, доцент,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини*

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ

Україна входить до числа провідних мінерально-сировинних держав світу. Поєднання різновікових структурних елементів, що сформувалися внаслідок процесів формування земної кори, обумовило широкий діапазон корисних копалин, що складають мінерально-сировинну базу країни. Україна, яка займає всього 0,4% земної суші, володіючи при цьому 5% мінерально-сировинного потенціалу світу. В Україні розвідано 20 тисяч родовищ із 200 видами корисних копалин. Найбільше економічне значення мають кам'яне вугілля, нафта і газ, залізні і марганцеві руди, самородна сірка, кам'яна і калійна солі, нерудні будматеріали, мінеральні води [3, С. 76].

Використання корисних копалин та традиційних видів енергозабезпечення маю давню історію, проте сучасні умови диктують зовсім новий підхід щодо раціонального використання надр Землі та використання нетрадиційних або альтернативних джерел енергозабезпечення. Енергетичний сектор промисловості відіграє вирішальну роль у промисловому виробництві та забезпеченні потреб населення.

В Україні виділяють чотири напрями енергетики: традиційна енергетика на основі органічного палива (нафта, газ, вугілля, сланці, торф), гідроенергетика, атомна енергетика і відновлювані джерела енергії [7, С. 166]. Під альтернативною енергетикою розуміються чотири основні напрями: відновлювані джерела енергії (сонячна енергія, геотермальна, вітрова, біомаса, низькопотенційне тепло Землі, води, повітря, гідравлічна, енергія хвиль, припливи, відпливів морської води); вторинні відновлювані джерела енергії (тепло промислових і побутових стоків, тепло і газ векляції, тверді побутові відходи; нетрадиційні технології використання не відновлюваних і відновлюваних джерел енергії (воднева енергетика, газифікація і піроліз, каталітичні методи спалювання і переробки органічного палива, синтетичного

палива); енергетичні установки (чи перетворювачі), наприклад, теплові насоси, гідропарові турбіни, установки прямого перетворення енергії – паливні елементи, фотоелектричні перетворювачі, термоелектричні генератори, термоемісійні генератори тощо [5, С. 976].

Україна володіє великим потенціалом енергозбереження. Він складає понад 40% від загального енергоспоживання. Це значить те, що майже половину виробленої енергії витрачається не раціонально, обігриваючи зовнішнє середовище. Але для реалізації такого потенціалу енергозбереження необхідні значні цільові інвестиції, яких в Україні просто немає. Потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні є ще більшим.

Отже, зважаючи на небезпечні виклики сьогодення (подолання енергетичної кризи, забезпечення енергетичної незалежності, зміцнення вітчизняної електроенергетичної системи) вкрай необхідним є розвиток та використання альтернативної електроенергетики для забезпечення потреб урбанізованих територій України.

Сьогодні великий інтерес викликають методи прямого перетворення енергії. До них відносять електрохімічні, фотоелектричні, термоелектричні, термоемісійні і магнітогідродинамічні перетворювачі. Із електрохімічних перетворювачів сьогодні найбільший інтерес викликають паливні елементи. В них відбувається пряма трансформація хімічної енергії в електричну. На відміну від гальванічних елементів, тут маютья витратні матеріали – паливо й окислювач [4, С. 506].

Сучасна світова практика державного будівництва орієнтується виключно на сталий розвиток енергетики. Сьогодні у більшості країн світу переваги надаються високоякісним видам палива і ефективному використанню енергосистем, що призводить до відмови від використання нафти, газу та кам'яного вугілля, за рахунок виробництва штучних палив, газу і в перспективі водню із природного газу, вугілля і біомаси. В Україні також відбуваються пошуки свого пріоритетного шляху розвитку альтернативних джерел енергії. Це створює об'єктивні умови для розвитку малої ефективної енергетики і в перспективі зростання потенціалу нетрадиційної енергетики, яка працює у автономному режимі. Наведені потужності допоможуть в короткий час зняти навантаження в енергосистемі України у пікові години.

Таким чином, можна досягнути не тільки підвищення коефіцієнта корисної дії за рахунок ефективності енергетичного обладнання, який спалює газ, але й покращити коефіцієнт корисної дії економіки за рахунок одержання нової товарної продукції. Звичайно цей підхід повинен лягти в основу визначення стратегічного курсу і механізму, який стимулює стійкий розвиток енергетики України.

Для України, яка має високопродуктивні землі і знаходиться в зоні сприятливого клімату, такий підхід може бути досить привабливим. Реалізація компенсаційного механізму зможе забезпечити функціонування енергетики України в стійкому режимі. Для цього необхідно розробити довготривалу концепцію розвитку енергетики, що забезпечує її енергоносіями і електроенергією, а також всебічне впровадження енергозберігаючої

технології, максимальне впровадження вторинних і відновлюваних джерел енергії. З урахуванням світових тенденцій слід сконцентрувати зусилля на забезпечення енергетики природними і штучним газом, повніше задіяти існуючий потенціал транспортних систем енергоносіїв і електроенергії, приступити до широкого створення гнучких технологій, які дозволять ефективно використовувати всі види енергоносіїв (вугілля, біомасу, біогаз тощо) і одержувати при цьому високоякісну продукцію (енергію, добрива, хімічну продукцію, будівельні матеріали та інше), а також забезпечити підтримку розвитку ефективних локальних систем енергопостачання, в першу чергу, які базуються на нетрадиційних джерелах енергії [6, С. 333].

За часів Радянського Союзу енергетика України була зорієнтована на застосування первинних енергоносіїв (природного газу, нафти, вугілля, сланцю, торфу тощо), запаси яких обмежені і ціни на які невпинно зростають. В цих умовах особливу актуальність набувають пошуки шляхів вироблення енергії із альтернативних джерел. В останні роки цей напрям привертає велику увагу в більшості розвинутих країн Світу.

Державна політика України з енерго-ресурсного збереження передбачає суттєве розширення об'єктів використання нетрадиційних джерел енергії. Вже в найближчі роки планується економія традиційних паливно-енергетичних ресурсів на рівні 8–10% від їх загального споживання. Завдяки цьому можуть бути заощаджені значні об'єми традиційних енергоносіїв і засобів із державного бюджету на їх одержання по імпорту [2, С. 117].

Відповідно до стратегії розвитку нетрадиційної енергетики в Україні до 2030 р., використання біомаси має покривати біля 74% загального вкладу відновлюваних джерел енергії, що буде складати біля 9% загального споживання первинних енергоносіїв.

Таким чином, перспектива сталого розвитку енергетики України залежить від ефективності механізмів, які стимулюють цей розвиток, і від правильного вибору курсу. Орієнтирами вибору курсу є перспективи світового розвитку енергетики: подальший розвиток енергетики на основі енерго- і ресурсозберігаючих технологій; орієнтація на власні енергоресурси; виконання обмежень щодо викидів в атмосферу парникових газів на рівні 1990 р. згідно з Кіотським протоколом. Особливе значення в реалізації програми із створення стійкої енергетики має цілеспрямована діяльність з енергозбереження – впроваджувати вторинні і відновлювані ресурси [1, С. 85].

Отже, однією з найважливіших особливостей розвитку сучасного світу є підвищена увага світової спільноти до проблем раціональності та ефективності використання енергоресурсів, впровадження технологій енергозбереження та пошуку альтернативних джерел енергії. На сьогоднішній день у світі спостерігаються явища, які порушують усталеність цивілізованого розвитку суспільства: вичерпуються традиційні джерела енергії, зростає вартість їх видобування, інтенсивно забруднюється довкілля, руйнується біосфера, утворюється надмірна кількість органічних відходів промислового, сільськогосподарського та побутового походження.

В сучасних умовах господарювання вирішення завдання підвищення рівня енергетичної безпеки України розглядається через можливість використання потенціалу альтернативних видів палива. Досвід показує, що рівень забезпеченості енергетичними ресурсами виступає як один із основних факторів соціально-економічного розвитку країни. Використання альтернативних джерел енергії має глобальну перспективу для подальшого успішного розвитку суспільства.

Список використаної літератури

1. Гелетуша Г. Г., Железна Т. А., Матвеев Ю. Б., Жовнір М. М. Використання місцевих видів палива для виробництва енергії: навч. посіб. Київ: Промислова теплотехніка. 2023. С. 85–93.
2. Девіс А., Шуберт Р. Альтернативні природні джерела енергії в будівельному проектуванні: посіб. Київ: Техніка, 1993. 117 с.
3. Зімін Л. Б. Теплонасосна утилізація енергії вихідних вентиляційних потоків вугільних шахт: посіб. Київ: Промислова теплотехніка. 2024. С. 68-76.
4. Ковалко М. П., Денисюк С. П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України: посіб. Київ: УЕЗ, 2022. 506 с.
5. Корчемний М., Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі: посіб. Тернопіль, 2020. 976 с.
6. Півняк Г. Г., Бешта О. С., Табаченко М. М. Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України: монографія. Дніпро: Національний гірничий університет, 2023. 333 с.
7. Разумний Ю. Т., Заїка В. Т., Степаненко Ю. В. Енергозбереження: навч. посібник. Дніпро: Національний гірничий університет, 2024. 166 с.

Кіцула Л., кандидат медичних наук

*ДНП Львівський національний медичний університет імені Данила
Галицького*

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

У житті сучасного суспільства енергетика є вагомим чинником, який впливає на розвиток економіки та екологію. Ціла низка екологічних проблем (хімічне, теплове, аерозольне, електромагнітне, радіоактивне забруднення призводять до зміни клімату, кислотних опадів, загального забруднення середовища тощо) прямо чи опосередковано пов'язані з виробництвом або використанням енергії. Вирішення енергетичних проблем обумовлює вирішення основних екологічних проблем [1].

Сталий розвиток суспільства можливий лише в умовах енергозбереження та потребує ліквідації залежності від викопного палива. Одним з важливих шляхів виходу із сучасної енергетичної кризи, покращення

стану навколишнього середовища є використання альтернативних (нетрадиційних) джерел енергії. Відповідно до Закону України «Про альтернативні джерела енергії» (від 20 лютого 2003 р. № 555-IV), «альтернативні джерела енергії» – це відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів. Відповідно до Статті 3 «Основні засади державної політики у сфері альтернативних джерел енергії» цього Закону, однією із складових основних засад державної політики у сфері альтернативних джерел енергії, є додержання екологічної безпеки за рахунок зменшення негативного впливу на стан довкілля при створенні та експлуатації об'єктів альтернативної енергетики, а також при передачі, транспортуванні, постачанні, зберіганні та споживанні енергії, виробленої з альтернативних джерел [2].

У багаточисельних наукових публікаціях висвітлюються екологічні аспекти впровадження альтернативних джерел енергії. Поміж цілої низки екологічних переваг використання альтернативних джерел для вироблення електричної та теплової енергії, науковці наголошують на екологічних ризиках їхнього негативного впливу на довкілля. Зокрема, вітрова енергія приводить до відчуження територій (велика вітроенергетика вимагає спорудження потужних фундаментів та встановлення зон безпеки навколо вітрових енергетичних установок); потребує споживання викопних ресурсів та матеріалів (рідкісні метали, склопластик, цемент тощо при видобуванні та переробці яких утворюються токсичні та радіоактивні відходи); зумовлює виникнення високочастотного шуму, інфразвуку, а також вібраційного впливу на навколишнє середовище; спричиняє зміну клімату (зниження кінетичної енергії повітряних потоків та утворення «вітрових тіней», збільшення вмісту CO₂ в атмосфері, виділення механізмами тепла та ін.); негативно впливає на здоров'я населення через стробоскопічний ефект від мерехтіння тіні при обертанні лопатей вітроенергетичних установок тощо. Сонячна енергія є причиною відчуження територій (електростанції займають значні площі), що призводить до псування ландшафту і вилучення землі з господарського обігу; потребує значної кількості викопної сировини для виробництва обладнання (алюміній, свинець, галій, мідь та ін.); негативно впливає на компоненти навколишнього середовища при видобутку та переробці викопної сировини (зміна рельєфу, викиди в атмосферу, енерговитрати, утворення високотоксичних побічних продуктів виробництва – ртуть, миш'як, хром, непереробних відходів фотоелементів (містять свинець, мідь, галій, кадмій тощо); впливає на клімат, флору та фауну (масштабне використання сонячних панелей порушує природний температурний режим, затінює великі ділянки ґрунту, що підриває кормову базу живих істот); все частіше постає питання подальшої утилізації сонячних батарей з урахуванням радіоактивної

забрудненості. Приливи та відливи призводять до забруднення води у процесі будівництва, загибелі морських жителів, затоплення орних земель, скорочення трофічних ланцюгів; обумовлюють ерозію узбережжя, змінюють схеми руху пісків, водний режим відтоків, розподіл ґрунтових вод у береговій зоні, збільшується зона затоплення, що заважає циркуляції водних мас. Геотермальна енергія є ризиком ініціювання сейсмічної активності, зміни геології пластів, осідання, забруднення та ерозії ґрунтів і їхнього засолення від мінеральних вод, випадання твердих, шкідливих частинок на геотермальних майданчиках, теплового та шумового забруднення навколишнього середовища; при бурінні та експлуатації свердловин забруднюється вода, можливі викиди миш'яку, ртуті, сірки, бору, силікатів, аміаку та інших речовин, розчинених в підземних водах; є причиною викидів в атмосферне повітря паливних газів та водяної пари, що пов'язано зі зміною вологості повітря, виділенням теплоти; спричиняє порушення біоценозів (загибель риби, тварин та рослин при скиданні геотермальної води в поверхневі води), балансу підземних вод, кругообігу речовин, пов'язаних з підземними водами; виникає проблема з утилізацією відпрацьованих мінеральних вод. Використання біогазу призводить до відчуження площ для зберігання субстрату, до забруднення ґрунту, ґрунтових вод при порушенні гідроізоляції сховищ субстрату, атмосферного повітря при отриманні та спалюванні біогазу (CO, NO та NO₂, SO₂, формальдегід, вуглеводні та ін.), вибухонебезпечним є суміш біогазу з повітрям [3-9]. Гевлич Л.Л. та співавт. зазначають, що заміщення газу твердим біопаливом супроводжується збільшенням навантаження на довкілля і підвищенням його токсичності для людини, а також акцентує увагу на тому, що наразі в Україні не встановлені нормативи концентрацій забруднюючих речовин у викидах та не ведеться моніторинг щодо автономних поквартирних систем опалення, дахових, вбудованих та прибудованих котелень малої потужності, що може призвести до погіршення екологічної ситуації. Автори наголошують, що відсутність моніторингу за викидами забруднювальних речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря приватними домогосподарствами, може призвести до погіршення екологічної ситуації [10].

Таким чином, при впровадженні альтернативної енергетики варто враховувати, що при неправильному використанні вона також може завдавати шкоди навколишньому середовищу. Негативний вплив альтернативної енергетики можна зменшити за допомогою використання стандартизованих норм, в яких визначено обмеження щодо використання тих чи інших видів альтернативної енергії за певних умов [11].

Список використаної літератури

1. Напрями розвитку альтернативних джерел енергії: акцент на твердому біопаливі та гнучких технологіях його виготовлення: монографія / О. С. Полянський, О. В. Дьяконов, О. С. Скрипник та ін. [за заг. ред. В. І. Д'яконова] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім.

О.М. Бекетова, 2017. – 136 с. с.7. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/95312631.pdf> (дата звернення: 09.04.2025).

2. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20.02.2003 р. № 555IV. Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 24. 155 с. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (дата звернення: 09.04.2025).

3. Ободянська О. І., Грибик В.В. Екологічні проблеми при використанні альтернативних джерел енергії. НТКП ВНТУ. Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії. 2022 р. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/40545/15191.pdf?sequence=3> (дата звернення: 10.04.2025).

4. О.М. Сінчук. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: навч. посіб. / І.О. Сінчук та ін.; за ред. д-ра техн. наук, проф. О.М. Сінчука. Кременчук: Щербатих О.В., 2013. 192 с. URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2018/Sinchuk_Dzherel_ener_2013_192.pdf (дата звернення: 10.04.2025).

5. Екологічна безпека навколишнього середовища оцінка, перспективи, управління. – колективна монографія / за наук. ред доц. Картавої О.Ф.– Луцьк: РВВ Луцького національного технічного університету, 2015. – 282 с. URL: <https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-pdf> (дата звернення: 11.04.2025).

6. Відновлювальні джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлювальної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с. URL: https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Monografia_final_21.12.2020.pdf (дата звернення: 11.04.2025).

7. Мельникова М. В., Дегтяр Р. В. Екологічні аспекти розвитку альтернативної енергетики в промислово-розвинутому місті. *Ефективна економіка*. 2019. № 1. – URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7131> (дата звернення: 09.04.2025). DOI: [10.32702/2307-2105-2019.1.12](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.1.12) (дата звернення: 14.04.2025).

8. О. А. Бялковська, Я. В. Гук. Соціально-економічні аспекти та економічні взаємовідносини як основа розвитку альтернативної енергетики. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. № 44 (2024): С.82-85. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3.13> (дата звернення: 14.04.2025).

9. Рижик М.М., Гаврилюк Ю.М., Переваги і недоліки альтернативних джерел енергії. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції «Маркетинг інновацій і інновацій у маркетингу» 24-25 вересня 2015 року Суми 2015. URL: <https://dspace.univd.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5d1fb0f6-2068-4790-993e-5fb0af28fda3/content> (дата звернення: 14.04.2025).

10. Л.Л. Гевлич, І.Г. Гевлич. Екологічні аспекти економічного ефекту реалізації енергозберігаючих заходів в сучасній Україні. Економіка і організація управління. № 1 (21). 2016. С. 60-67. URL: <https://jeou.donnu.edu.ua/issue/view/53> (дата звернення: 15.04.2025).

11. Геліч Наталія, Панасюк Юрій, Оніщук Владислав. Альтернативна енергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. *Економічний часопис*

Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2, 22 (Jun. 2020), 143-151. DOI: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2020-02-143-151> (дата звернення: 15.04.2025).

*Кушнір В. М., студентка, Михайлюк Ю. Д., кандидат технічних наук,
доцент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ ЯК ЗАПОРУКА СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ГРОМАД УКРАЇНИ

У сільській місцевості України проблема енергозабезпечення залишається надзвичайно актуальною. Часті перебої, застаріла інфраструктура та залежність від централізованих електромереж створюють серйозні труднощі для жителів, освітніх і медичних закладів, малого бізнесу та фермерів. В умовах воєнного стану ці виклики лише посилюються, особливо у віддалених районах, де енергетична система не справляється з навантаженням. У такій ситуації впровадження сонячної енергії стає дієвим і перспективним кроком. Автономні системи на основі сонячних панелей зменшують потребу у зовнішніх джерелах живлення, забезпечують стабільне постачання електроенергії та сприяють енергетичній самодостатності громад [1]. Це не лише підвищує рівень комфорту для мешканців, а й створює умови для сталого розвитку територій.

Сонячні панелі — це сучасні пристрої, що працюють за принципом фотогальванічного ефекту й перетворюють сонячне випромінювання в електроенергію. Вони виготовляються з кремнієвих елементів і можуть встановлюватися як на дахах будівель, так і на відкритих ділянках, що робить їх універсальним рішенням для сільської місцевості [1]. Завдяки автономності, такі системи забезпечують безперебійне живлення житлових будинків, підприємств, шкіл, амбулаторій та інших об'єктів інфраструктури, зменшуючи вплив зовнішніх факторів на функціонування громад.

Технологічний прогрес сприяв зростанню ефективності та доступності сонячних панелей. Сучасні моделі працюють навіть за умов недостатнього освітлення, що особливо важливо для регіонів із помірним кліматом. Висока продуктивність, тривалий термін експлуатації та невеликі витрати на обслуговування роблять такі системи вигідною інвестицією [2]. До того ж, їх встановлення не потребує серйозного втручання у навколишнє середовище, що важливо для збереження природних екосистем у сільських районах.

В умовах загострення екологічних проблем значення таких рішень, як використання сонячної енергії, лише зростає. Сонячна енергія — це чисте, відновлюване джерело, яке не спричиняє шкідливих викидів у повітря, воду чи ґрунт. На відміну від енергетичних систем, що працюють на викопному паливі, сонячні панелі не забруднюють довкілля й сприяють покращенню

екологічного стану в сільських районах. Вони допомагають зменшити викиди парникових газів, зменшити кислотні дощі та захистити водні ресурси, оскільки їхня робота не потребує великих обсягів води чи хімічних речовин. Для сільських територій, які часто стикаються з екологічними викликами, таких як забруднення ґрунтів та водних ресурсів, впровадження таких технологій є важливим кроком до збереження біорізноманіття, покращення якості повітря та відновлення місцевих екосистем. Використання сонячної енергії також сприяє раціональному використанню природних ресурсів, допомагаючи запобігти їх виснаженню та деградації земель, що є критичним для сталого розвитку сільських громад [3].

Сонячні панелі можуть стати поштовхом до економічного поживлення сільських громад. Їх встановлення створює нові робочі місця у сферах монтажу, обслуговування та ремонту обладнання [3]. Мешканці сіл також можуть отримувати прибуток, продаючи надлишкову електроенергію до загальної мережі. Це дозволяє не лише покращити фінансовий стан домогосподарств, а й сприяє інтеграції місцевих громад в енергетичну систему країни. Крім того, зменшення витрат на електроенергію дає можливість перенаправляти зекономлені кошти на розвиток інфраструктури, підтримку освіти, медицини та місцевого підприємництва.

Зрештою, сонячна енергія — це не лише технологічне чи економічне рішення, а й шлях до реальної енергетичної незалежності. Вона дозволяє громадам позбутися залежності від нестабільних або дорогих зовнішніх джерел. Це особливо важливо в умовах криз, воєнного стану чи стихійних лих, коли централізовані системи не завжди здатні забезпечити безперервне енергопостачання. Сонячні панелі забезпечують стабільність для медичних, соціальних та житлових об'єктів, а отже — підтримують життєдіяльність громади у будь-яких обставинах. В умовах сучасних викликів автономні енергетичні рішення на основі сонячної енергії стають ключовим чинником сталого розвитку та безпеки сільських територій [3].

Отже, впровадження сонячних панелей у сільській місцевості України є не лише сучасним технологічним рішенням, а й стратегічно важливим кроком до енергетичної незалежності, економічної стабільності та екологічної безпеки громад. Автономні сонячні системи здатні забезпечити надійне електропостачання навіть у кризових умовах, сприяють розвитку інфраструктури, створюють нові робочі місця та відкривають додаткові джерела прибутку для населення. Крім того, використання відновлюваних джерел енергії знижує техногенне навантаження на довкілля, сприяє збереженню природних ресурсів і підвищує якість життя мешканців. В умовах викликів, з якими стикається енергетична система країни, розвиток сонячної енергетики у сільських громадах набуває особливого значення як один із найперспективніших напрямів сталого розвитку.

Список використаної літератури

1. Сонячна панель: з чого вона складається та як працює. URL: <https://soncedim.com.ua/blog/soniachna-panel-z-chogo-vona-skladaetsia-ta-iaak-pratsiue?srsltid=AfmBOor69MkpZABQrcmiagY2qsy1Bgucom5Ji-> (дата звернення: 14.04.2025).
2. Сонячні батареї (панелі): що це таке, використання, плюси і мінуси, ціни і світові виробники. – URL: <https://worldbank.org.ua/3823-sonyachni-batareyi-paneli.html> (дата звернення: 17.04.2025).
3. Переваги та недоліки сонячної енергії. – URL: <https://sonergia.com.ua/perevagy-ta-nedoliky-sonyachnoyi-energiyi/> (дата звернення: 16.04.2025).

Боднарюк М.Ю., Погорєлова О.М. канд. біол. наук, доцент кафедр екології та охорони здоров'я, Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль, Україна

СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ: ПОТЕНЦІАЛ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

У сучасних умовах енергетичної кризи, викликаній як глобальними змінами клімату, так і наслідками збройної агресії росії проти України, питання розвитку альтернативних джерел енергії набуває особливого значення. Сонячна енергетика виступає одним із найперспективніших напрямів забезпечення енергетичної незалежності країни, зменшення викидів парникових газів та досягнення цілей сталого розвитку. Україна має значний природний потенціал для розвитку цієї галузі, особливо у південних та центральних регіонах. Однак ефективна реалізація цього потенціалу потребує подолання низки економічних, технічних та нормативних викликів. Саме тому дослідження стану, проблем і перспектив сонячної енергетики в Україні є вкрай актуальним та своєчасним.

Сонячна енергетика – це галузь енергетики, яка займається перетворенням енергії сонячного випромінювання на електричну або теплову енергію за допомогою спеціальних технологій, таких як сонячні панелі та сонячні колектори [1].

Україна має сприятливі природні умови для розвитку сонячної енергетики. Середня кількість сонячних днів у році становить близько 190-260 днів залежно від регіону. Наша країна розташована в середніх широтах, у межах помірного поясу освітленості, де полуднева висота Сонця ніколи не досягає 90°, а день змінюється на ніч щодня. Висота Сонця та тривалість дня значно варіюють залежно від пори року, що зумовлює чітку сезонність кліматичних умов.

Південні регіони України отримують більше сонячної енергії протягом року порівняно з північними, оскільки Сонце там піднімається вище над

горизонтом. Основний обсяг сонячної радіації припадає на період із травня по вересень, коли тривалість світлового дня найбільша. Західні області через більшу кількість хмарних днів отримують менше сонячної енергії, ніж східні території на аналогічних широтах. Загалом річний обсяг сумарної сонячної радіації на території України варіюється від 3500 МДж/м² на північному заході та 4000 МДж/м² на північному сході до 5200 МДж/м² на півдні Кримського півострова [2].

Станом на початок 2024 року сумарна встановлена потужність сонячних електростанцій в Україні перевищувала 7 ГВт, включаючи як промислові об'єкти, так і домашні СЕС. Значна частина потужностей зосереджена у південних та центральних регіонах країни. Попри руйнівні наслідки війни для енергетичної інфраструктури, сонячні об'єкти продовжують функціонувати, а в деяких регіонах зростає кількість приватних установок [3].

У 2017-2019 роках сонячна енергетика України демонструвала стрімке зростання: середньорічний приріст встановлених потужностей становив понад 80%. У 2020-2021 роках темпи дещо сповільнилися через зміни у державній підтримці (зниження «зеленого» тарифу), але залишалися позитивними. У 2022-2023 роках через війну будівництво великих СЕС зменшилося, однак водночас різко зріс інтерес до децентралізованої сонячної генерації – установки приватних станцій для енергетичної безпеки домогосподарств та громад.

За статистикою, технічний потенціал України дозволяє встановити сонячні електростанції загальною потужністю понад 70-80 ГВт. Це в десятки разів більше за поточні показники. Існує великий резерв для розвитку дахових СЕС, агрофотовольтаїки (встановлення панелей на сільськогосподарських угіддях), а також інтеграції сонячних технологій у міську інфраструктуру. За умови інвестицій, модернізації мереж та підтримки нових моделей розвитку (зберігання енергії, енергокооперативи), сонячна енергетика може стати одним із ключових джерел енергії в Україні протягом наступних 10-15 років [4].

Перевагою для встановлення таких електростанцій є той факт, що використання сонячної енергії не супроводжується викидами парникових газів чи інших шкідливих речовин в атмосферу. Сонячні електростанції працюють безшумно та не утворюють відходів під час генерації електричної енергії. Це робить їх одним із найекологічніших джерел енергії, що сприяє охороні навколишнього середовища та зменшенню вуглецевого сліду. За оцінками фахівців, одна домашня сонячна електростанція потужністю 10 кВт може запобігти викиду до 10 т CO₂ щорічно.

Після початкових інвестицій у встановлення сонячної електростанції, витрати на її експлуатацію залишаються мінімальними. Власники СЕС можуть значно зменшити витрати на електроенергію та отримувати додатковий дохід завдяки "зеленому" тарифу. В Україні середній період окупності сонячної електростанції складає 4-6 років, після чого вона приносить чистий прибуток протягом наступних 20-25 років.

Монтаж сонячної електростанції гарантує енергетичну незалежність від централізованих електричних мереж, що є особливо важливим у разі нестабільного постачання електроенергії або для віддалених регіонів. Автономні системи з акумуляторами дають змогу зберігати енергію та використовувати її у будь-який час, незважаючи на роботу основної мережі.

Посилення міжнародної співпраці у сфері сонячної енергетики та залучення іноземних інвестицій може сприяти як фінансуванню нових проєктів, так і технологічному розвитку галузі. Це дозволить Україні отримати доступ до передових технологій, досвіду і ринків збуту [5].

Незважаючи на значний потенціал сонячної енергії в нашій країні, існують також і певні виклики для цієї галузі. Останніми роками Україна здійснює перехід від системи «зеленого» тарифу, який гарантував фіксовану високу ціну на електроенергію з відновлюваних джерел, до більш ринкових механізмів, зокрема аукціонів на підтримку відновлювальних джерел енергії. Цей процес створює значну невизначеність для інвесторів, оскільки нові правила ще остаточно не усталені, а умови участі в аукціонах можуть змінюватися. Відсутність чітких довгострокових гарантій змушує потенційних інвесторів ретельніше оцінювати ризики, що стримує темпи розвитку галузі.

Також, сонячні проєкти є капіталомісткими, і доступ до фінансування є критично важливим. Економічна нестабільність, коливання валютних курсів та зміни в законодавстві можуть збільшувати фінансові ризики для інвесторів. Залучення як внутрішніх, так і міжнародних інвестицій вимагає створення сприятливого інвестиційного клімату, захисту прав інвесторів та забезпечення стабільності регуляторного середовища.

Станом на сьогодні Україна майже не має масштабних систем накопичення енергії, які могли б балансувати нестабільне виробництво електроенергії з відновлюваних джерел. Це особливо критично для сонячної та вітрової енергетики, де виробництво залежить від погодних умов. Без розвиненої інфраструктури зберігання держава змушена обмежувати генерацію ВДЕ у пікові періоди або шукати дорогі механізми балансування енергосистеми. Розвиток систем накопичення потребує значних інвестицій, технічних стандартів та правового регулювання.

Інтеграція нових сонячних електростанцій до існуючих електромереж може бути складним і тривалим процесом. Обмежена пропускна здатність мереж, необхідність модернізації підстанцій та ліній електропередачі, а також складні адміністративні процедури можуть затримувати реалізацію проєктів та збільшувати їхню вартість. Необхідна системна робота з модернізації мережевої інфраструктури та спрощення процедур підключення.

Для встановлення сонячних панелей потрібна значна площа. Стандартна домашня СЕС потужністю 10 кВт займає приблизно 60-70 м² площі даху або земельної ділянки. Це може стати суттєвим обмеженням для власників невеликих будинків або квартир. Крім того, важливо враховувати орієнтацію панелей відносно сонця та відсутність затінення, що не завжди можливо забезпечити в умовах щільної міської забудови.

Повномасштабна війна в Україні суттєво вдарила по енергетичній інфраструктурі країни, включно з об'єктами відновлюваної енергетики. Багато сонячних електростанцій, вітрових парків і біогазових установок опинилися на окупованих територіях або були пошкоджені внаслідок бойових дій. Також постійна загроза обстрілів створює високі ризики для нових інвестиційних проєктів. Відновлення пошкоджених об'єктів, посилення захисту інфраструктури та перенесення виробничих потужностей у безпечніші регіони, вимагають значних ресурсів і стратегічного планування [3].

Потенціал сонячної енергетики в Україні значний завдяки географічним і кліматичним умовам, які забезпечують високий рівень сонячної радіації на території країни. Це створює сприятливі умови для розвитку сонячної енергетики, особливо на півдні і сході України. **Основні виклики для розвитку сонячної енергетики** в Україні включають зміни у державній політиці, фінансові ризики, недостатню інфраструктуру зберігання енергії, проблеми з підключенням до електромереж та вплив війни на енергетичні об'єкти. Ці фактори можуть уповільнити темпи розвитку, однак їх можна подолати за допомогою адекватних реформ і підтримки з боку держави та міжнародної спільноти. **Перспективи розвитку сонячної енергетики** в Україні є позитивними завдяки новим механізмам підтримки, таких як аукціони та програми для домогосподарств, розвитку децентралізованих енергетичних систем, впровадженню технологій зберігання енергії, а також міжнародній співпраці та залученню іноземних інвестицій. Це дозволить значно підвищити ефективність використання сонячної енергії. Екологічні та економічні переваги сонячної енергетики очевидні: вона не забруднює атмосферу, не створює відходів і зменшує вуглецевий слід. Водночас, сонячні електростанції забезпечують значні фінансові заощадження та приносять прибуток, маючи відносно короткий термін окупності.

Список використаної літератури

1. Головна. *Генерація.ЕКО.* URL: https://generacia.org.ua/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwq7fABhB2EiwAwk-YbDQ8UpE-6Bx24HK9vXHuiRRiLqMbNFUV_36Vzc5vYHq79nmsU8gOB0CP0oQAvD_BwE (дата звернення: 27.04.2025).
2. Характеристика клімату України. *Освітній проєкт «На Урок» для вчителів.* URL: <https://naurok.com.ua/harakteristika-klimatu-ukra-ni-179386.html> (дата звернення: 27.04.2025).
3. Сонячні електростанції в Україні: потужність, розвиток, перспективи | Ecotech. *Ecotech.* URL: <https://www.ecotech.ua/sonyachni-elektrostantsiyi-v-ukrayini-suchasnyj-stan-perspektyvy-ta-tehnologiyi/> (дата звернення: 27.04.2025).
4. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В MATLAB SIMULIN. URL: <https://events.pstu.edu/konkurs-energy/wp->

content/uploads/sites/2/2020/02/naukova_robota-1-3.pdf (дата звернення: 27.04.2025).

5. Сонячна енергетика України: технології, економіка та перспективи 2025 - agrodream.com.ua. agrodream.com.ua. URL: <https://agrodream.com.ua/sonyachna-energetika-ukrayini-tekhnologiyi-ekonomika-ta-perspektivi.html> (дата звернення: 27.04.2025).

Бойко О.В., Макарова Т.К.

ДДАЕУ Дніпровський Державний Аграрно-Економічний Університет

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ У МІСТІ ДНІПРО: ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ

Сучасні виклики в енергетичній галузі зумовлюють необхідність активного пошуку альтернативних джерел енергії, які не лише задовольнятимуть зростаючі потреби населення та промисловості, але й мінімізуватимуть негативний вплив на довкілля. Одним із таких рішень є сонячна енергетика. Місто Дніпро, як великий промисловий та науковий центр України, має значний потенціал для впровадження технологій відновлюваної енергетики.

Використання сонячних панелей у місті Дніпро є надзвичайно актуальним завдяки сприятливим кліматичним умовам. Середньорічна кількість сонячного сяйва тут перевищує 2100 годин, а рівень сонячної інсоляції становить близько 1350–1400 кВт·год/м². Це створює передумови для ефективного використання фотоелектричних систем на дахах приватних будинків, багатопверхових житлових комплексів, адміністративних та промислових будівель.

Крім того, в умовах зростання тарифів на електроенергію встановлення сонячних батарей стає економічно вигідним. За оцінками експертів, середній термін окупності сонячних електростанцій у регіоні становить 5–7 років. Після цього періоду користувачі отримують практично безкоштовну електроенергію протягом терміну служби панелей, який складає 25–30 років.

Впровадження сонячних електростанцій у Дніпрі має вагоме значення і для зниження викидів парникових газів. За розрахунками, кожна встановлена кіловат-година потужності дозволяє зменшити викиди CO₂ приблизно на 0,5–0,7 кг на рік. Враховуючи високий рівень промислової активності міста, перехід на сонячну енергетику може суттєво покращити екологічну ситуацію, зокрема якість повітря.

Необхідно також зазначити, що сонячні панелі мають низькі експлуатаційні витрати та не потребують значного обслуговування. Очищення панелей від пилу та снігу кілька разів на рік дозволяє підтримувати їх у робочому стані та забезпечувати високу продуктивність.

У місті Дніпро вже впроваджено кілька проєктів зі встановлення сонячних електростанцій на дахах шкіл, лікарень та адміністративних будівель. Відомі приклади успішного впровадження сонячної енергетики також спостерігаються серед підприємств малого та середнього бізнесу.

Важливим аспектом розвитку сонячної енергетики є державна підтримка у вигляді "зеленого" тарифу, який стимулює власників приватних сонячних станцій продавати надлишки виробленої електроенергії у загальну мережу.

Перспективи розвитку сонячної енергетики у місті Дніпро включають не тільки розширення кількості приватних установок, а й будівництво великих сонячних електростанцій на відкритих територіях та індустріальних майданчиках. Це сприятиме зміцненню енергетичної безпеки міста та створенню нових робочих місць у сфері "зеленої" економіки.

Завдяки поєднанню сприятливих природно-кліматичних умов, наявності розвиненої інфраструктури та економічної доцільності, місто Дніпро має всі передумови для того, щоб стати одним із лідерів у сфері впровадження сонячної енергетики в Україні.

Список використаної літератури

1. Solar Energy Industries Association. Solar Energy Facts. URL: <https://www.seia.org/solar-industry-research-data> (дата звернення: 25.04.2025).
2. Бондаренко І. П. Альтернативна енергетика в Україні: сучасний стан і перспективи. Енергетика та екологія. 2023. №2. С. 37–43.
3. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Статистичні дані щодо розвитку сонячної енергетики в Україні. URL: <https://saee.gov.ua> (дата звернення: 25.04.2025).
4. Програма розвитку ООН в Україні. Звіт про стан відновлюваної енергетики в регіонах України. 2024.

*Роман Л., кандидат хімічних наук, доцент,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,*

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БІОВУГІЛЛЯ

Вже декілька років однією з ключових питань екологічного політики держави та світу залишається проблема декарбонізації або зменшення «вуглецевого сліду». Встановлено, що найбільша кількість вуглекислого газу виділяється у об'єкти довкілля у процесі спалювання викопного палива [1]. У зв'язку з цим стратегія сталого розвитку країн Європейського союзу напрямлена на зменшення викидів оксиду карбону (IV) шляхом заміни твердого палива на відновні енергетичні ресурси.

Біовугілля як відновлюваний ресурс перспективно використовувати у багатьох галузях промислового виробництва. Застосування біовугілля в якості

твердого палива має ряд важливих переваг, які дають можливість заміни традиційних викопних енергетичних ресурсів (табл.1).

Таблиця 1 – Екологічні аспекти використання біовугілля в якості твердого палива

№	Характеристика	Екологічний аспект
1	2	3
1	Висока теплотворна здатність	Використання відходів рослинної сировини: соломи зернових культур, стебел кукурудзи чи соняшника, тощо.
2	Низький вміст токсичних речовин, оксидів сульфуру та важких металів.	Екологічно чистий продукт біологічного походження
3	Висока ефективність згорання при низькій емісії оксидів нітрогену та карбону	Зменшення токсичних викидів у атмосферне повітря під час його згорання.
4	Висока температура плавлення золи (до 1400°C)	Усуває проблеми спікання біомаси та накопиченню шлаків у котлах
5	Висока енергетична щільність	Знижуються транспортні витрати та сприяє використанню менших обсягів складських приміщень
6	Низький вміст золи	Усуває проблему домішок у сплавах
7	Висока реакційна здатність	Завдяки високій реакційній здатності процес відновлення у дугових печах проходить скоріше

Аналізуючи дані таблиці 1 зауважимо, що біовугілля можливо виробляти у залежності від екологічної проблеми яку необхідно вирішити. Біовугілля з високою золою найбільш оптимально підійде для очистки ґрунтів та підвищення врожайності, високий S_{fix} найкраще підходить як відновник у виробництві кремнію. Таким чином, сфери застосування біовугілля можуть бути різними, проте екологічно орієнтованими :

- очищення ґрунтів та збільшення врожайності сільськогосподарських культур;
- відновник у виробництві кремнію.
- паливо для твердопаливних котлів;
- добавка для біогазових установок для збільшення виходу біогазу.

Встановлено, що якість біовугілля як біопалива значно залежить від технологічних умов та рослинної сировини.

Список використаної літератури

1. Калда Г.С., Соколан Ю.С., Рибалка К.А., Боричко К. Перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2023. №2 (014). С. 48-54.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ЯК НЕВІД'ЄМНА ЧАСТИНА СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ	3
<i>Сабельніков М., Пітак Р., Сақун А.</i> ІНТЕГРАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ У СИСТЕМУ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ГРОМАД	3
<i>Главатських К., Богомаз О.П.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАТОПЛЕННЯ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ НА ЯКІСНИЙ І КІЛЬКІСНИЙ СТАН ВОДНИХ РЕСУРСІВ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	4
<i>Літвак О.А.</i> ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ ОРГАНІЧНИХ СОРБЕНТІВ НАФТИ	6
<i>Радіонов О., Wu Juming.</i> ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ	10
<i>Гільов В., Саньков П., Ткач Н.</i> ЗАБРУДНЕННЯ ОКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	12
<i>Омелич І., Савотченко О., Якушенко Д.</i> АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА КАМ'ЯНСЬКЕ	15
<i>Савотченко О., Омелич І., Омельчук А.</i> ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ ДНІПРО В МЕЖАХ МІСТА КАМ'ЯНСЬКЕ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	17
<i>Dzhumelia E., Dzhumelia V.</i> ASSESSMENT OF INDUSTRIAL ENVIRONMENTAL RISKS IN POST-INDUSTRIAL AREAS: THE CASE OF STATE ENTERPRISE "ROZDIL MINING AND CHEMICAL ENTERPRISE "SIRKA"" (UKRAINE)	21
<i>Мураєнко А., Безсонний В.</i> ІНТЕГРАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ВОД РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ ЗА ІНДЕКСОМ ЗАБРУДНЕНОСТІ В УМОВАХ ПОСИЛЕНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ	23
<i>Власенко О.В., Подосьонов І.Є., Головатий О.Д.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ПРОБЛЕМ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАК ДАВСТВА ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З ОЗОНОРУЙНИВИМИ РЕЧОВИНАМИ ТА ФТОРОВАНИМИ ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ	25
<i>Зудіков А.О., Копаниця О.Б., Колеснік О.А., Литвиненко Д.В.</i> ГОЛОВНІ НАПРЯМКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ З ПИТАННЯ ЗАЛУЧЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ОЧИЩЕННІ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД	29
<i>Богомаз О.П.</i> ОБМЕЖЕННЯ НАГРІВУ ПОВІТРЯ, ЩО ПОДАЄТЬСЯ В ГЛИБОКІ ВИРОБКИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ, ЗАДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ РОБОТИ ГІРНИКІВ	31
СЕКЦІЯ 2. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ГАЛУЗЯХ ЕКОНОМІКИ	34
<i>Бабчук Л.</i> ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТОРІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ	34
<i>Русенко К.О.</i> АНАЛІЗ ВМІСТУ У ПОВІТРІ ЧЕРКАС КАНЦЕРОГЕННИХ РЕЧОВИН	37
<i>Погорєлова О. М.</i> ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЧИННИК СТАЛОГО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ	40
<i>Іванченко А., Воронов В.</i> ОДЕРЖАННЯ КОМПОНЕНТІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ПРОЛОНГОВАНОЇ ДІЇ НА ОСНОВІ ВІДПРАЦЬОВАНОГО ЦЕОЛІТУ	42
<i>Попов О., Ліщина А., Хорунжая Б.</i> ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОБНИЦТВ ПО ПЕРЕРОБЦІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ШИН	44
<i>Даник О.М., Дагіл В.Г., Губар Е.В.</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНОГО СКЛАДУ БУДІВЕЛЬНОГО СМІТТЯ ТА ВІДХОДІВ	46
<i>Максимів М.</i> ДО ПИТАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КАСКАДНОГО УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА ЗАВЕРШАЛЬНОМУ ЕТАПІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ДЕРЕВИНИ В КРУГОВІЙ ЕКОНОМІЦІ	48
<i>Барна І.</i> ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ МІНІГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ	51

<i>Рижов Г.О., Балашев Ю.С., Дідковський Є.В.</i> АНАЛІЗ РИЗИКІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ БУРОВИМИ ШЛАМАМИ	54
СЕКЦІЯ 3. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	58
<i>Трегубов Д. Мазуров В.</i> ДРІБНОІМПУЛЬСНЕ МОКРЕ ГАСІННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОКСУ ЯК БІЛЬШ ЕКОЛОГІЧНА ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ	58
<i>Старжинський П., Прокопенко І., Жукова О.</i> ГЛОБАЛЬНА ПРОБЛЕМА ВИНИКНЕННЯ ДЕФІЦИТУ ПРІСНОЇ ВОДИ	62
<i>Погорелова О.М., Триліх Х.І.</i> РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ОСНОВА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ	65
<i>Андрєєва Л.І., Підкопай М.Ю., Підкопай К.Ю.</i> ПРАВИЛЬНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ: ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ТА ЗАХИСТ ЖИТТЯ І МАЙНА	66
<i>Ковалів Ю.В., Мазурак О.Т.</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОВУГІЛЛЯ ЯК ПРОДУКТУ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ	68
<i>Ящук Л., Лут О.</i> ПЕРСПЕКТИВА ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ ІЗ ПРИРОДНИХ ВОД	71
<i>Kozii Ye.</i> RELATIONSHIP BETWEEN CONCENTRATION OF MANGANESE AND GERMANIUM IN THE C7H COAL SEAM OF THE PAVLOHRADSKA MINE OF THE WESTERN DONBAS	73
СЕКЦІЯ 4. НАУКОВО-ПРАКТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	76
<i>Нестер А.</i> НАПРЯМКИ ДІЯЛЬНОСТІ СПЕЦІАЛІСТІВ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	76
<i>Mislyuk O., Khotenko O., Yehorova O.</i> RISK ASSESSMENT OF POTENTIALLY TOXIC ELEMENTS IN URBAN SOILS	80
<i>Саламаха І., Панас Н., Жилищич Ю., Германович О.</i> ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ НАЦІОНАЛЬНИХ І ЛАНДШАФТНИХ ПАРКІВ ЛЬВІВЩИНИ ЯК ОСНОВА ДЛЯ РЕКРЕАЦІЙНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ	82
<i>Кульчицький-Жигайло І.</i> ВПЛИВ РУБОК ГОЛОВНОГО КОРИСТУВАННЯ НА ГІДРОГРАФІ СТОКУ ПАВОДКІВ З МАЛИХ ВОДОЗБОРІВ У КАРПАТАХ	85
<i>Кузик І.</i> ОПТИМІЗАЦІЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ, ЯК НАПРЯМ АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІН КЛІМАТУ (НА ПРИКЛАДІ БАСЕЙНУ РІЧКИ ГНІЗДЕЧНА)	90
<i>Наконечний І.В., Ряжських О.В.</i> ЗИМОВА ДИНАМІКА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТУ-ПІДҐРУНТЯ В ЛАНДШАФТНО-РІЗНИХ ДІЛЯНКАХ ВОДОЗБОРУ РІЧКИ БЕРЕЗАНІ	93
<i>Дудин Р., Король І., Мись Я.</i> СТАН НАСАДЖЕНЬ ТА ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ ПАРКУ-ПАМ'ЯТКИ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА У С. ТАРТАКІВ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	98
<i>Хоменко О., Жицька Л., Папач В., Видра Н., Бондаренко Ю.</i> МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ НА ВМІСТ НІТРАТІВ	101
<i>Зайка Д.С.</i> ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ТА БІОІНДИКАЦІЙНІ МЕТОДИ В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНИТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ	104
<i>Таврель М.</i> КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ВОДНИЙ РЕЖИМ СХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ	107
<i>Герасименко Д. О., Мельник О.О., Луценко С. В.</i> ГІДРОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ОДИН ІЗ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У СІЛЬСЬКОМУ ЕКОТУРИЗМІ	110
<i>Vakal A.P.</i> SPECIES COMPOSITION OF HIGHER VASCULAR PLANTS NSC «BOTANICAL GARDEN OF SUMSPU NAMED AFTER A. S. MAKARENKO»	113
<i>Мартинюк Є.П.</i> ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ЗВЕНИГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ	115
<i>Скробала В.М., Дулиба О.С.</i> ФАКТОР ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИЕРОЗІЙНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЕРОЗІЇ ҐРУНТУ	116

<i>Коровін І.І., Масюк О.М.</i> ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ШАХТНИХ ВІДВАЛІВ НА ПРИКЛАДІ РЕГІОНУ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ	118
<i>Сидоренко В., Некос А.Н., Безсонний В.</i> СЕЗОННІ КОЛИВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ЧАСТИНОК РМ _{2.5} У МІСЬКОМУ ПРОСТОРІ АМСТЕРДАМА	120
<i>Данник К., Безсонний В.</i> ПРОСТОРОВА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ КОПЕНГАГЕНА НА ОСНОВІ ІНДЕКСУ AQI	121
<i>Безсонний В., Третьяков О., Пляцук Л.</i> ОЦІНКА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД З УРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ	124
<i>Коляда Д., Некос А.Н., Безсонний В.</i> ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ НА ЯКІСТЬ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ	126
<i>Соляник Д., Безсонний В.</i> ІНТЕГРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОСТОРОВО-СЕЗОННИХ ЗМІН ЯКОСТІ ПОВІТРЯ У ГАННОВЕРІ ЗА ІНДЕКСОМ ЗАБРУДНЕННЯ	128
<i>Vasyliiv N.</i> ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ЯК ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ В ГАЛУЗІ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ	131
<i>Шрейдер В.В.</i> ПЕРЕРОБКА ТА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ І МОЖЛИВОСТІ	133
<i>Приходько О.В.</i> ВПЛИВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЕ СЕРЕДОВИЩЕ: ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ РІШЕННЯ	135
<i>Лепеха О.М., Лепеха М.О., Ольшаний Г.О.</i> НАПРЯМКИ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ ДЛЯ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ	137
<i>Маркіна Л.М., Белов Д.С., Сурдуковський М.А.</i> СТРАТЕГІЧНІ ЦІЛІ ІНСТИТУТУ ЕКОЛОГІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ УКРАЇНИ	140
<i>Носач О.К., Петренко А.В., Кодунов Б.О.</i> ЗАКРИТТЯ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ТА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ: ЗАСОБИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ	143
СЕКЦІЯ 5. ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	147
<i>Майкович В.</i> ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИХ РИЗИКІВ БУДІВНИЦТВА МАЛИХ ГЕС НА ПРИКАРПАТТІ	147
<i>Федонюк В.</i> ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АГРОВОЛЬТАЇКИ В УМОВАХ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ	148
<i>Максютов А.</i> ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ	151
<i>Кіцула Л.</i> ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	154
<i>Кушнір В. М., Михайлюк Ю.</i> Д.СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ ЯК ЗАПОРУКА СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ГРОМАД УКРАЇНИ	158
<i>Боднарюк М.Ю., Погорелова О.М.</i> СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ: ПОТЕНЦІАЛ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	160
<i>Бойко О.В., Макарова Т.К.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ У МІСТІ ДНІПРО: ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ	164
<i>Роман Л.</i> ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БІОВУГІЛЛЯ	165

Наукове електронне видання

**ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ
СУЧАСНОСТІ**

**III Міжнародна науково-практична
конференція**

Збірник матеріалів

Видавець і виготовлювач:
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
вул. Шевченка, 9, м. Дрогобич, Львівська обл., 82100
e-mail: pd@donntu.edu.ua