

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»
Південний науковий центр НАН та МОН
Інститут української археографії та джерелознавства
імені М. С. Грушевського НАН України
Первинна профспілкова організація ЧНУ ім. Петра Могили



**«МОГИЛЯНСЬКІ ЧИТАННЯ – 2025:
досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні:
глобальний, національний та регіональний аспекти»**

XXVIII Всеукраїнська науково-практична конференція

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ЕКОЛОГІЯ

Миколаїв, 10–14 листопада 2025 року

Миколаїв – 2025

Могилянські читання–2025 : досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні : глобальний, національний та регіональний аспекти. Екологія : XXVII Всеукр. наук.-практ. конф. 10–14 листоп. 2025 р., м. Миколаїв : тези / М-во освіти і науки України ; ЧНУ ім. Петра Могили. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2025. – 64 с.

УДК 615.849 – 614.7:613

*Григор'єва Л.І.,
д-р біол. наук, професор, зав. кафедри екології,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

ОСОБЛИВОСТІ ТА ВІДМІННОСТІ ОСВІТНЬО-НАУКОВОЇ ПРОГРАМИ ЕКОЛОГІЯ У ЧНУ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Підготовка науковців у сфері екології та дотичних галузей у ЧНУ імені Петра Могили здійснювалася постійно, починаючи з відкриття аспірантури у 2005 р. Так, у 2010 р. доцент Людмила Григор'єва захистила дисертацію д-ра біол. наук на тему «Інтегральне радіаційне навантаження на людину в умовах півдня України», у 2012 р. під наук. кер. проф. Людмили Григор'євої викладач Анна Огороднік захистила дисертацію к.т.н. на тему «Запобігання дефляції поверхні хвостосховищ видобувних підприємств комплексним методом пилопригнічення», у 2013 р. викладач Наталія Воскобойнікова захистила дисертацію к.т.н. на тему «Підвищення екобезпеки систем теплохолодозабезпечення будівель шляхом перерозподілу енергії між альтернат. та трад. джерелами» (наук. кер. проф. Леонід Клименко). У 2016 р. отримано ліцензію на підготовку PhD за спеціальністю 101 «Екологія» та розроблено ОНП з урахуванням вимог Порядку підготовки здобувачів ВО ступеня доктора філософії та доктора наук у ЗВО (затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 23.03.2016 № 261), а перелік вибіркових дисциплін визначався шляхом вивчення запитів та вимог всіх груп стейкхолдерів. При цьому випускник Євген Безсонов у 2018 р. захистив дисертацію к.т.н. на тему «Визначення рівня екобезпеки регіону методом токсико-енергетичного відгуку біотичних компонентів водних екосистем», випускниця ОНП Анна Алексєєва у 2021 р. захистила дисертацію к.т.н. на тему «Екологорадіаційна безпека прісноводних водосховищ під впливом скидів АЕС» (наук. кер. проф. Людмила Григор'єва), у 2021 р. випускниця Діана Крисінська захистила дисертацію к.т.н. на тему «Оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання» (наук. кер. проф. Леонід Клименко).

Структура програми передбачає виконання освітньої та наукової складових. Наукова складова виконується під час усього терміну навчання, не переривається на освітню складову, сесію та практику. Зміст кожної складової програми орієнтується на сучасні наукові дослідження в галузі природничих наук, враховує регіональні екологічні проблеми, базується на сучасних результатах, тенденціях

науково-практичного стану в екології, радіоекології в Україні та за кордоном.

Фокусування ОНП. ОНП має загальний та спеціальний фокуси. Загальний – наукові дослідження сучасних екологічних проблем на різних рівнях організації екосистем (глобальному, регіональному, місцевому). Спеціальний – наукові дослідження у сфері сучасної екології та радіоекології, охорони довкілля, рішення еколого орієнтованих задач, регіональних екологічних проблем, розробки перспективних способів зменшення антропогенного навантаження на довкілля.

Особливості ОНП. Навчання триває в дослідницькому середовищі з використанням сучасних методів та інформаційно-комунікаційних технологій. Воно передбачає спілкування з ученими, фахівцями і практиками, участь аспіранта у наукових заходах, ведення наукових досліджень за тематиками кафедри екології з висвітленням результатів досліджень на щорічних конференціях кафедри екології та університету. Особливостями є орієнтація на глибоку професійну й мультидисциплінарну підготовку сучасних екологів – висококваліфікованих та конкурентоспроможних, інтегрованих у європейський та світовий науково-освітній простір фахівців освітнього рівня доктора філософії у сфері екології, які здатні розв’язувати комплексні екологічні проблеми, проводити оригінальні самостійні наукові дослідження, здійснювати науково-педагогічну діяльність; фахівців із принципами академічної доброчесності, які дотримуються норм академічної етики; фахівців з високим рівнем усвідомленості та розумінням необхідності засвоєння нових знань, технологій і систем упродовж всього життя.

1. ОНП орієнтована на територіально-екологічну специфіку Миколаївщини та півдня України, направлена на прикладну наукову діяльність, зокрема, на мінімізацію негативних наслідків впливу підприємств атомної енергетики, водопровідно-каналізаційного господарства, автомобільного транспорту, хвостосховищ підприємств кольорової металургії на природні комплекси регіону, збереження здорової екосистеми людини у техногенно навантажених територіях і сталого розвитку регіону.

2. Під час формування мети і ПРН враховано тенденції розвитку ринку праці, **галузовий та регіональний контекст**, який визначається місією ЗВО: створення середовища продуктивної взаємодії науки та освіти з метою формування національно свідомої, чесною, творчої, професійної особистості, яка працюватиме для розвитку місцевої громади та держави. Миколаївщина до воєнних дій мала безліч екологічних проблем, пов’язаних із забрудненням та виснаженням

компонентів наземних і прісноводних екосистем, проблеми збіднених ресурсів прісної води, забруднення поверхневих водоем тощо, а воєнні дії ще збільшили цей перелік невирішених проблем. Тому **мета та ПРН ОНП формувалися з урахуванням потреби формування моделі науковця-еколога, спроможного з одного боку – оцінювати наслідки і ризики впливу ключових промислових об'єктів на природні екосистеми та розробляти заходи з мінімізації спричинених негативних екологічних впливів, а з іншого – проводити ефективну природоохоронну політику й екологічний менеджмент на засадах сталого розвитку. Регіональний контекст враховано у темах наукових досліджень здобувачів ВО**, а також в ОК ПП 07, ОК ПП 08.

3. Залучення аспірантів безпосередньо до виконання науково-дослідних робіт і проєктів кафедри. Зараз на кафедрі виконуються три науково-дослідні роботи:

- Ремедіація екосистеми гирла р. Південний Буг і Бузького лиману (рег. № 0112U0082154)

- Радіаційно-екологічна та електромагнітна безпека населених пунктів / Radiation, environment and electromagnetic safety of settlements (рег. № 0112U0102237)

- Екологічна безпека водних ресурсів (рег. № 0124U004562)

4. Частина аспірантів виконують дослідження з позицій власного досвіду практичної роботи під час виконання проєктів екологічного спрямування та/або при виконанні професійної роботи.

5. Залучення до навчання інноваційних підрозділів:

- Наукового центру прикладних екологічних досліджень і радіаційної безпеки, на базі якого проводяться конференції, виконуються господарівні теми (які стосуються консультування та перевірки знань професіоналів з радіаційної безпеки категорії А, господарівна тема з оцінки навантаження на людину від впливу іонізуючого випромінювання, неіонізуючого електромагнітного випромінювання тощо).

- Екологічної лабораторії Суднобудівного заводу «Океан».

- Комплексної лабораторії спостережень за забруднення природного середовища Миколаївського обласного центру з гідрометеорології.

- Використання можливостей наукових підрозділів НПП «Бузький Гард» та інших природних парків, з якими кафедра екології має угоди

Перелічимо сильні сторони ОНП.

1. Студентоцентризм: вибіркові дисципліни з урахуванням тем аспірантів. Висока активність органів студентського самоврядування.

2. Взірцева практика ефективної праці із стейкхолдерами (створено Раду роботодавців <https://chmnu.edu.ua/robotodavtsi-2/>).

А також широке залучення до її обговорення та модернізації з боку

провідних установ, компаній і наукових установ, які реалізують проекти в екології.

3. Навчання і викладання із залученням сучасних методів викладання. Розроблені ефективні механізми поєднання навчання і дослідження при реалізації ОНП – залучення аспірантів до науково-дослідних робіт кафедри. В університеті функціонує Регіональний акселераційного Центру інновацій, технологій та інноваційних стартапів у Миколаївській області (доцент Алексєєва А.).

4. Взірцева інтернаціоналізація освітньої діяльності у межах реалізації професорсько-викладацьким складом кафедри м/н проєктів, у межах яких НПП та здобувачі мали змогу пройти додаткове навчання, взяти участь в міжнародних літніх школах та висвітлити результати власних досліджень <https://chmnu.edu.ua/naukovi-proekti-kafedri/>.

5. Щорічна м/н наук. конф. «Радіаційна, техногенно-екологічна та біологічна безпека людини і довкілля» – щорічна конференція у межах м/н конференції нашого університету «Ольвійський форум».

6. Надання можливості набуття soft skills під час викладання студентам з КНР.

7. Кожна тема дисертації є логічним продовженням або доповненням наукових інтересів та експертизи відповідного керівника. Це забезпечує ефективне керівництво науковою роботою аспірантів, дозволяє їм використовувати накопичений досвід та знання наукових керівників, а також сприяє формуванню цілісних наукових шкіл у рамках освітньо-наукової програми «Екологія». Така відповідність є важливою передумовою для успішної підготовки висококваліфікованих наукових кадрів та досягнення значущих наукових результатів. Наукові керівники виступають або керівниками, або головними виконавцями науково-дослідних тем кафедри <https://chmnu.edu.ua/naukovo-doslidna-robota-kafedri/>.

Перспективи розвитку ОНП. Відповідно до Стратегічного плану розвитку ЧНУ імені Петра Могили на 2025-2029 роки (<https://surl.li/vfvqjb>) планується розвивати навчально-наукову співпрацю з провідними вітчизняними та закордонними ЗВО, науковими установами у сфері екології, радіаційної безпеки, охорони довкілля та раціонального природокористування. До перспектив ОНП підготовки PhD з екології відносимо збільшення кількості публікацій результатів досліджень у журналах, що входять до Реєстру наукових видань України за кат. А та Б, у виданнях, що індексуються у наукометричних базах WoS та Scopus; подальше впровадження досвіду провідних вітчизняних та закордонних ЗВО та поглиблення співпраці з ними; розширення участі у міжнародних програмах ЄС (ЕРАЗМУС+ЖМ та ін.); розширення власної лабораторної бази для аналітичних досліджень. Заходи: розширення кола стейкхолдерів

та засобів взаємодії з ними; подальша співпраця з установами та підприємствами для використання їхнього практичного досвіду та залучення матеріальної бази; взаємодія із закордонними організаціями щодо забезпечення академічної мобільності викладачів та аспірантів; подальше підвищення НПП та здобувачів шляхом участі та організації наукових конференцій, публікацію наукових статей у фахових виданнях, підвищення кваліфікації НПП шляхом сертифікації в галузі екології; започаткування підготовки здобувачів за дуальною формою освіти. Усе вищевикладене закладе основи довгострокового співробітництва з широким колом стейкхолдерів, призведе до пошуку шляхів підвищення якості освіти, прозорості навчальних планів та уніфікації програми підготовки здобувачів освіти.

УДК 35:[37:502]

Боженко А. Л.

*старший викладач кафедри екології,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

ІНТЕГРАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ Й БЕЗПЕКОЗНАВЧОЇ ОСВІТИ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Під час війни основними питаннями, які хвилюють населення України, є виживання й закінчення бойових дій, тому соціальні опитування щодо інших проблем зречені бути недостатньо точними й інформативними, навіть якщо вони б і проводилися. Соціологічне опитування «Екологічні тренди в Україні: Погляд громадян», проведене за підтримки Фонду імені Фрідріха Еберта в 2021 році [1]. На той час екологічна ситуація в Україні хвилювала кожного четвертого українця. До першої трійки проблем, якими переймалися громадяни, належали високі тарифи на послуги ЖКГ (56,8%), воєнний конфлікт на Сході України (52,2%) та пандемія коронавірусу Covid-19 (52,1%). Далі йшли: економічна ситуація й низький рівень життя населення (49,1%), корупція у владі (39,8%), якість медичного обслуговування (38,2%). Час показав, що проблеми корупції й слабкі місця у сфері медицини загострюються під час воєнного часу, тому інтуїтивно населення держави цілком правильно реагувало на них.

Найбільшою екологічною проблемою, яка хвилювала на той момент українців, було забруднення води та дефіцит чистої питної води (у світі – 50,8%, в Україні – 51,0%, у своєму населеному пункті – 54,6%) [1].

Сьогодні ми бачимо, що під час війни наявність чистої прісної води для комунальних і сільськогосподарських потреб для цілої низки населених пунктів, включно з Миколаєвом, вийшла на передній план. Це доводить, що забезпеченість прісною водою для України є важливим слабким місцем, посиленню якого необхідно постійно приділяти увагу й вносити це в усі плани розвитку регіонів і галузей економіки.

Цікаво, що в 2021 р. більшість респондентів (60,5%) масового опитування підтримали ідею збільшення тарифів заради переходу України на екологічно чисті джерела енергії [1], а під час війни, коли зруйновано значну частину енергетичної системи держави, перехід на альтернативні джерела й пов'язане з цим підвищення тарифів відбулися самі природним шляхом, що доводить певні переваги наявності в енергосистемах держав постійної частки відновлювальних джерел [2].

Як видно з вищенаведеного аналізу соціальних опитувань, екологічні проблеми хвилюють не обмежене коло ентузіастів, а статистично значущі групи суспільства. Це означає, що поглиблене вивчення цієї тематики може бути цікаве й корисне представникам усіх професій.

Останні дослідження показують, що в Україні відбувся помітний зсув у бік більшого включення екологічних тем до навчальних програм. Ця інтеграція не обмежується традиційними екологічними предметами, але поширюється на такі дисципліни як історія, географія та соціальні дослідження, де обговорюється вплив війни на навколишнє середовище [3]. У цьому контексті варто відмітити, що колектив кафедри екології раніше багато років займався популяризацією ідей впровадження модулів зі сталого розвитку в дисципліни навчальних планів усіх університетських спеціальностей [4], але часто зіштовхувався з нерозумінням з боку колег, які відповідають за навчання неекологічних спеціальностей.

Курс «Основи екології», розроблений для всіх спеціальностей, більшість із них не вибирають, але під час війни спостерігається збільшення інтересу з боку студентів інших спеціальностей, зокрема, інженерних, юридичних і медичних, до навчання у межах європейських грантових програм, які проводяться на кафедрі екології, а також до навчання в аспірантурі, що сприяє інтеграції знань спеціалістів із різних галузей для вирішення екологічних проблем.

Курс «Цивільний захист» припинив бути нормативним, тепер його модулі введено в програму нормативного курсу «Безпека життєдіяльності і охорони праці». Останній включає додаткові теми з особливостей воєнного часу, й викладачі кафедри екології при його викладанні сприяють комплексному формуванню в студентів компетенцій з безпеки життєдіяльності, екологічної безпеки, сталого

розвитку й цивільного захисту.

Список використаних джерел

1. Балюк С., Клаунінг Н., Четвертухіна Л., Коваль-Гончар М. Екологічні тренди в Україні : Погляд громадян. Звіт за результатами соціологічного дослідження. Фонд імені Фрідріха Еберта. Квітень, 2021. 58 с.
2. Павліченко Л. В., Орлова В. В. Екологічні проблеми воєнного часу : екологічний медіа дискурс про війну в Україні, 2022.
3. Tolstoukhov A., Lunov V. Green Learning Amidst Grey Skies : Ecological Education in the Context of the Russo-Ukrainian War (November 22, 2023). Available at SSRN : <https://ssrn.com/abstract=4683864> and <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4683864>.
4. Добровольский В. В., Безсонов Є. М., Непеїна Г. В., Крисінська Д. О., Сербулова Н. А. Стратегії сталого розвитку, 2021. ISBN 978-966-336-423-0.

УДК 315.819 – 414.7:231

Веселовський Д. М.,
аспірант кафедри екології;
Григор'єва Л. І.,
д-р біол. наук, професор, зав. кафедри екології,
Макарова О. В.,
ст. викладач кафедри екології;
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна.

РАДІОСМІСТЬ ПІВДЕННОГО БУГУ В СВІТІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Задача екологічного нормування антропогенного навантаження на природне середовище постала через необхідність наукового обґрунтування допустимих границь антропогенного впливу на природні комплекси, які мають гарантувати не лише благополуччя людини, але й надійність і сталість екосистем.

Сьогодні нормування забруднюючих речовин в природних біогеоценозах базується на санітарно-гігієнічних принципах і нормах, тобто на пріоритетності захисту, поперед усього, людини. Із цих принципів виходять гігієністи при встановленні гранично-допустимих

концентрацій (ГДК) різних речовин в атмосферному повітрі, у воді, у продуктах харчування. Принцип орієнтації на забезпечення безпеки людей, в більшості випадків, є виправданим.

Однак сьогодні доведено, що не завжди нормативи, які встановлені для людини, забезпечують захист інших об'єктів живої природи. Так, для радіонуклідного навантаження сьогодні встановлено, що значення ГДК радіонуклідів у повітрі і в воді захищають не тільки людину, але і інші види живих організмів. Тобто тут санітарно-гігієнічне нормування задовольняє і екологічний принцип нормування радіаційного навантаження на екосистему.

Однак, інакша ситуація виникає, наприклад:

- при забрудненні атмосфери сірчаним газом: як відомо, при тривалому впливі цього забруднювача в концентраціях, які не перевищують санітарно-гігієнічні нормативи, відбувається ураження хвойних лісів,

- лишайники гинуть в місцевій атмосфері, яка за гігієнічними нормативами вважається допустимою для людини,

- при деяких забрудненнях ґрунту нафтою або важкими металами можуть сильно постраждати ґрунтові мікро- і мезофауни (тобто буде підірвана продуктивність таких ґрунтів), в той час як сільськогосподарська продукція з цих ділянок може відповідати санітарним нормам для продуктів харчування.

Таким чином, не всі об'єкти природних біогеоценозів можна нормувати за регламентами людини. А останнє необхідно, бо, як відомо, зміна якості природного середовища за рахунок збіднення видового складу, зниження стійкості і, навіть, часткова деградація екосистем також призводить до погіршення умов існування людини.

Зрозуміло, що при такому підході принципово новим є об'єкт нормування і сам принцип нормування. Гігієнічні нормативи ГДВ та ГДК шкідливих речовин у повітрі, у воді, у продуктах харчування передбачають такі рівні впливу, які не можуть викликати захворювання або відхилення в стані здоров'я людини, що виникають в процесі роботи або у віддалених термінах життя теперішнього і наступного покоління.

Екологічна регламентація антропогенних впливів передбачає, що основним об'єктом нормування виступають природні системи надорганізмового рівня (популяції, сукупності, співтовариства, біоценози ін.), а принцип нормування полягає в обмеженні загального навантаження на елементарну екологічну одиницю (біогеоценоз, екосистему), до рівнів, за яких не порушуються її стан і надійність. Відомо, що головними показниками стану екосистеми є: різноманітність видів, сума біомаси видів, чисельність видів екосистеми та швидкість її збільшення [5], тому задача екологічної

регламентації зводиться до забезпечення підтримання усіх цих показників, а **надійність** полягає в **продуктивності** (підтримання свого стану) і **кондиціонуванні** (підтримання у стані, придатному для існування).

Сьогодні відомі деякі методологічні підходи до екологічного нормування. Це, по-перше, підхід через екологічне нормування видів-індикаторів – видів, оцінка стану популяцій яких може в достатньому ступені відображувати стан екосистеми. Тобто виділяти в структурі природних біогеоценозів малочислені популяції видів-домінантів, які визначають продуктивність біоценозу і його своєрідність, та числені види – сателіти, які забезпечують необхідний рівень біохімічних циклів, що є характерними для даного ценозу. Цей підхід добре відображений в роботах Шварца, Безеля, Кряжимського та ін.

Цей підхід може забезпечити виконання зазначених принципів екологічної регламентації, бо при такому відборі видів-індикаторів враховується, по-перше масовість видів, які добре представлені як в біогеоценозі, що підлягає нормуванню, так і на спільних територіях; по-друге, відібрані види повинні бути видами – едіфікаторами, які представляють основу біоценозу і відіграють головну роль у створенні біоценотичного середовища – все це можливо. При цьому потрібно мати, але з іншого боку це є важкою і трудомісткою задачею, бо:

- при популяційних оцінках важко детально проаналізувати стан популяцій навіть обмеженої кількості видів: тут потрібно мати набір даних, які характеризують екологію виду, в тому числі умови мешкання виду-індикатору, які враховують загальну його розповсюдженість, перебування в оптимумі або на периферії виду; дані про фонову динаміку чисельності виду в аналогічних умовах, що виключають антропогенний вплив; дані про мінливість основних популяційних параметрів виду, в тому числі генетично обумовленої мінливості,

- розробка екологічних нормативів за цим підходом все одне можлива лише на основі кількісної оцінки обмеженої кількості параметрів, які характеризують стан об'єкта, що регламентується – це потребує необхідності істотної формалізації і спрощення реальних процесів функціонування природних популяцій і їх взаємовідношення з оточуючими компонентами біогеоценозу, що зі свого боку може відобразитися на результатах.

Тому, як сьогодні вважається багатьма науковцями, проблема вибору і обґрунтування тієї мінімальної кількості видів-індикаторів, оцінка стану популяцій якого може в достатньому ступені відображати стан біогеоценозу, знаходиться в стадії наукового пророблення.

Другим та більш доступним в реалізації підходом до екологічного нормування антропогенного навантаження є метод, за яким в якості показника стану і реакції екосистеми пропонується використовувати зміну параметрів її радіоємності. (Радіоємність екосистеми – це гранична кількість радіонуклідів (РН), яка може бути депонована біотою екосистеми без шкоди для себе). Це обґрунтовується тим, що надходження будь-яких хімічних агентів в екосистему певної радіоємності порушує її екологічний баланс (тобто призведе до зміни її фізико-хімічно-біологічних показників), а, значить, обов'язково відобразиться на її радіоємності.

Для кількісної оцінки радіоємності використовується поняття *чиннику радіоємності* екосистеми - як частки радіонуклідів, що акумулюється в різних її компонентах (для водної екосистеми – це у воді, в біоті та в донних відкладеннях).

На користь застосування цього підходу в екологічному нормування антропогенного навантаження на НС служать наступні фактори:

1) сьогодні вже достатньо відомо даних, які підтверджують той факт, що істотний вплив на екосистему супроводжується зворотними або незворотними змінами чинників радіоємності біотичних і абіотичних (вода) компонентів екосистеми, а характер цих змін залежить від величини і тривалості цього стресового фактору або впливу. Так, наприклад, у Київському національному університеті встановлено, що дія шкідливого фактору у вигляді гама-опромінення (фізичний вплив) і важких металів (солі важкого металу Cd – хімічний вплив) на рослинну екосистему, як при синергічній їх дії, так і окремо (на прикладі екосистеми водної культури рослин кукурудзи) відображується на величині чинника радіоємності кореневої системи рослин.

2) способи реєстрації МДА радіонуклідів дають можливість реєструвати активності на рівні 1 Бк (розпад 1 атомного ядра), а хімічних агентів МДА складає більш високі величини,

3) простоту і легкість розрахунку чинників радіоємності екосистеми.

Через це чинники радіоємності пропонується використовувати як показники стану і благополуччя екосистеми при різних хімічних, фізичних і біологічних на неї впливах.

Визначено, що істотним є той рівень впливу, який суттєво зменшує чинник радіоємності біоти і підвищує чинник радіоємності води. Тобто оптимальним засобом еколого-етичного ставлення до водних екосистем є стратегія, яка спрямована на збереження та (або) підвищення чинників радіоємності її біотичної складової, бо

радіоемність будь-якого водоймища при скиданні в нього радіонуклідів не вичерпується доти, доки функціонує біота водоймища, відтворюється його біомаса і зберігається здатність до кондиціювання середовища.

Іншими словами, благополуччя і життєздатність екосистеми, з одного боку, свідчать про її високу радіоемність і, навпаки, висока радіоемність і стабільні високі значення факторів радіоемності видів біоти екосистеми свідчать про благополуччя і надійність екосистеми. В кількісному вираженні пропонується встановлювати такі екологічні нормативи, які забезпечують не більше 20% зниження чиннику радіоемності біоти.

За визначенням фактора радіоемності біоти, він є функцією чотирьох змінних: P (кількості біомаси), K (коефіцієнт накопичення RN біомасою), H (глибина водойми), k (коефіцієнт накопичення RN донним ґрунтом), які, за винятком H , залежать від біологічних (вид біоти, її різноманітність, сорбційні властивості), хімічних (pH води, мінеральний склад) та фізичних (кількість біоти, температура води, прозорість, вміст кисню та ін.) факторів. Тому, щоб не допустити зниження чинника радіоемності біоти потрібно підтримувати усі зазначені характеристики водойми на своєму початковому рівні. А знаючи величини чинників радіоемності різних водоймищ можна порівнювати останні за станом та стійкістю до різних антропогенних навантажень.

Нами проведено дослідження радіоемності річкової системи Південного Бугу, для якого характерними сьогодні є різноманітні шляхи надходження до неї штучних радіонуклідів, у тому числі ^{137}Cs (змивання з забруднених аварійно-чорнобильським викидом територій України, виніс із продувними водами з ставка-охолоджувача Південно-Української (ПУ) АЕС ін.).

А через різницю гідрологічних, хімічних умов водного середовища річки, актуальними є дослідження сорбційних властивостей біоти річки Південний Буг на різних її ділянках.

Проведені дослідження вмісту ^{137}Cs в біоті та в донних відкладеннях на різних ділянках Південного Бугу на території Миколаївської області. Визначено, що існує різниця в розмірах накопичення ^{137}Cs водоростями на різних ділянках річки від м.Первомайська ($850 \frac{\text{Бк/кг}}{\text{Бк/л}}$) до м.Миколаєва ($1200 \frac{\text{Бк/кг}}{\text{Бк/л}}$) (табл. 1).

Депонування ^{137}Cs донними відкладеннями також характеризувалося різними коефіцієнтами накопичення (КН): від 1000 ($\frac{\text{Бк/кг}}{\text{Бк/л}}$) в районі м. Первомайська до 1875 ($\frac{\text{Бк/кг}}{\text{Бк/л}}$) у м. Миколаєва).

Верхів'я річки (від с. Мігії до м. Південноукраїнська) відзначається пороговістю, що сприяє осадженню радіоцезію на дні, хоча за хімічними показниками (рН 4,5-5,0) водне середовище має властивість до десорбції радіоцезію з водних компонентів. На ділянці від м. Південноукраїнська до с. Бузьке з більш повільною течією річки і де, завдяки виносу «продувних» вод зі ставка-охолоджувача АЕС, вода характеризувалася більш високими показниками загальної мінералізації (до 1000 мг/л) при рН 5,8-6,0, відмічені найвищі КН ^{137}Cs водоростями та донними відкладеннями. Особливістю пониззя річки (від с. Ковалівка до м. Миколаєва) є наявність постійної річкової течії тільки під час паводку, а також проникнення у річку під впливом вітрових нагонів лиманних вод, що призводить до підвищення мінералізації води (близько 700-800 мг/л) і через що дно річки вкрито лиманними відкладами, а рН середовища дорівнює 6,5-7,0.

Тобто, через перемішування річкових та лиманних вод в нижній течії річки та високі показники солей у Ташлицькому водоймищі, поряд з повільною течією, на цій ділянці річки складаються сприятливі умови до виникнення осадових форм радіоцезію та концентруванню його в донних відкладеннях.

Таблиця 1. Середні значення коефіцієнтів накопичення (КН) ^{137}Cs водоростями і донними відкладеннями на різних ділянках р. Південний Буг, Бк/кг/Бк/л

Місце спостережень	КН _{дон.}	КН _{водор.}
біля м. Первомайська	1000±200	850±150
біля м. Миколаєва	1875±230	1200±170

Розраховані показники чинників радіоємності водоймищ у руслі Південного Бугу (табл. 2), можуть бути індикатором радіаційного стану цих водних об'єктів (табл. 2).

Таблиця 2. Фактори радіоємності по ^{137}Cs водної екосистеми р. Південний Буг

Місце спостережень	$R_{\text{біот}}$	$R_{\text{дон}}$
біля м. Первомайська	0,89	0,73
біля м. Миколаєва	0,94	0,81

Примітка: $R_{\text{біот}}$ – чинник радіоємності за біотичною складовою (водною рослинністю), $R_{\text{дон}}$ – чинник радіоємності за донними відкладеннями

Попередня оцінка величин чинників радіоємності вказала, що через різні КН ^{137}Cs водною рослинністю існує різниця в їх значеннях в залежності від ділянки річки: в районі м. Первомайська – 0,89, в районі м. Миколаєва – 0,94. Ще більшою є різниця чинників радіоємності екосистеми, розрахованих без врахування біотичної складової, тобто для зимового періоду часу: 0,73 в районі м. Первомайська та 0,81 – в районі м. Миколаєва. Ця різниця легко пояснюється як зміною соляного режиму річки, так і зменшенням в зимовий період кількості біомаси, що, як визначено, є основним регулятором екологічного стану водної екосистеми.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

При розрахунку обсягів надходження ^{137}Cs у річку та при проведенні оцінки радіаційної ситуації потрібно враховувати неоднакові показники радіоємності на різних її ділянках. Враховуючи зазначені функції біоти у функціонуванні екосистеми прісноводного водоймища та високі коефіцієнти накопичення нею ^{137}Cs можна стверджувати, що наявність нормально функціонуючої мікрофлори, а також багатоклітинних рослин і тварин є необхідними умовами стабільного функціонування водоймищ як поглиначів радіонуклідів, що потрапляють до них, і може служити показником регулювання скидів радіоактивних речовин у прісноводне середовище.

Через поняття радіоємності екосистеми можна обґрунтувати екологічне нормування скидів радіонуклідів у водойму, а визначаючи чинник радіоємності будь-якої екосистеми – забезпечити екологічний підхід до нормування антропогенного навантаження на природне середовище.

УДК 502.175:502.3

Григор'єв К. В.,

аспірант кафедри екології;

Алексєєва А. О.,

канд. техн. наук, доцент кафедри екології,

ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ЕКОЛОГІЧНІ ПРАКТИКИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ

Як до військових дій, так і зараз для міських агломерацій південних регіонів України актуальною залишається проблема екологізації автотранспортної міської системи. Під час війни ця проблема

загострилася через збільшення техногенного навантаження на місто внаслідок збільшеного сумарного викиду забруднюючих речовин, пов'язаний з курсуванням військової техніки.

У рамках Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату до 2030 року та Стратегії адаптації до зміни клімату для Миколаївської області цікавими виступають дослідження можливості впровадження провідних екологічно-сприятливих практик, які дозволяють знизити техногенне навантаження на атмосферне повітря міських агломерацій від автотранспорту та сприяти енергетичній ефективності. Одними з відомих екологічно-сприятливих практик є: 1) електрифікація транспорту, 2) розвиток велосипедної інфраструктури; 3) впровадження «зеленого» транспорту, який працює на відновлювальних джерелах енергії. Такі технології є важливим кроком до сталого розвитку міст.

Як відомо, м. Миколаїв відноситься до міст з високим рівнем забруднення атмосферного повітря хімічними полутантами. На прикладі цієї міської екосистеми доцільно дослідити ефективність від впровадження вищенаведених та інших заходів з точки зору зниження рівня викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Мета дослідження: проаналізувати інфраструктуру транспортної системи міста, оцінити ефективність впровадження у м. Миколаєві провідних екологічних практик, спрямованих на зменшення викидів СО автотранспортом та на зниження використання традиційного автомобільного палива (бензин, дизель).

Матеріали і методи дослідження. Використано матеріали щодо інфраструктури транспортної системи міста Миколаєва за 2022-2024 рр. Розрахунок питомої витрати палива проведено з урахуванням співвідношень: споживання 1 л бензину у бензиновому двигуні відповідає виробленню 12,3 кВт·год енергії; споживання 1 л дизельного палива у дизельному двигуні відповідає виробленню 11,90 кВт·год енергії. Розрахунок викидів СО використано за відомою методикою.

Основний матеріал дослідження.

Інфраструктура транспортної системи міста Миколаєва, як всіх обласних центрів України, представлена різними видами транспорту: автобусний, трамвайний, тролейбусний транспорт. Місто Миколаїв сполучений залізницею, автобусними маршрутами з іншими містами України. До військової агресії ця інфраструктура була доповнена морським транспортом (який призупинено під час війни) і аеропортом, зруйнованим під час військової агресії РФ. Це дозволяло з'єднувати місто з багатьма містами, портами і країнами світу.

Для міста Миколаєва характерним є відсутність об'їзної дороги, і весь вантажний транзитний автотранспорт курсував вздовж міста 25,7

км. У місті Миколаєві для пасажирських перевезень в середньому працюють 617 одиниць громадського транспорту, серед них: 43 трамваї, 54 тролейбуси, 18 автобусів, 502 маршрутних автобусів. Для комунальних перевезень використовуються зазвичай автобуси малої місткості: Газель, Mercedes Sprinter, Volkswagen LT – приблизно 800 штук. Усі діючі автобуси малої пасажиромісткості – бензинові. Витрати палива малих автобусів приблизно 14 л на 100 км. Місткість цих автобусів – 18 людей.

1. Розрахунки економії природних ресурсів та зменшення викидів CO₂ автотранспортом при збільшенні використання автобусів великої та середньої місткості.

При запровадженні автобусів більшої місткості (типу «Богдан А701») пасажиромісткість збільшиться до 40 осіб (в 4,52 рази місткіший), вид палива – дизель, тобто витрати палива 40 л на 100 км (в 2,86 більші).

Результати розрахунку: 25177 МВтгод економії дизельного палива; зменшення викидів CO₂ – 6294 т/рік.

2. Побудова мосту через р. Південний Буг для об'їзної дороги. Побудова мосту через р. Південний Буг може зменшити навантаження транзитного транспорту на місто.

Кількість спожитого дизельного палива у місті Миколаєві в 5 разів є більшою за бензин, що пояснюється багатотонажним транспортом, який обслуговував порти. Екологічна ініціатива полягає в побудові об'їзної дороги. Розрахунки економії природних ресурсів наступні.

Підраховано, що транзитний транспорт становив 30% від всього вантажного транспорту та 10% від приватного (дизельного палива та бензинового пального підсектору приватних й комерційних авто відповідно). Таким чином, буде економитися: 1543 тон бензину або 282907,8 МВтгод, 23774 тон дизельного палива або 18974 МВтгод. Зменшення викидів CO становитиме 80563 т/рік.

3. Розвиток велоінфраструктури та велоруху, а також інших альтернативних моторизованому транспорту способів міської мобільності у м. Миколаєві

Екологічна ініціатива полягає у розвитку мережі велодоріжок та велосмуг на вулицях міста, а також супутньої інфраструктури, що заохочуватиме мешканців до використання транспорту, альтернативного моторизованому. Можна з'єднати всі мікрорайони міста та точки тяжіння основними магістральними велошляхами і створити нерозривну мережу для безпечного та комфортного велоруху.

Очікується, що розвиток велоінфраструктури дозволить 180 власникам приватних автомобілів їздити на короткі відстані. У розрахунок економії прийнято лише автотранспорт з бензиновими

двигунами й тільки приватний транспорт, прийнято заміна невеликої кількості цього автотранспорту – не більше 6,5%.

Розрахунки свідчили про 6080,44 МВтгод економії палива, зменшення викидів CO₂ становитиме 80563 т/рік.

4. Ініціатива зміни інфраструктури тролейбусного парку міста Миколаєва з впровадженням технологій «In Motion Charging». На сьогоднішній день в м. Миколаєві використовуються тролейбуси пасажирські: Škoda 14Tr, Дніпро Т203, МАЗ-ЕТОН Т103, ЛАЗ Е183D1, PTS-12. Структура тролейбусного парку у 2022 та у 2024 р. наведена на рис. 2, 3.

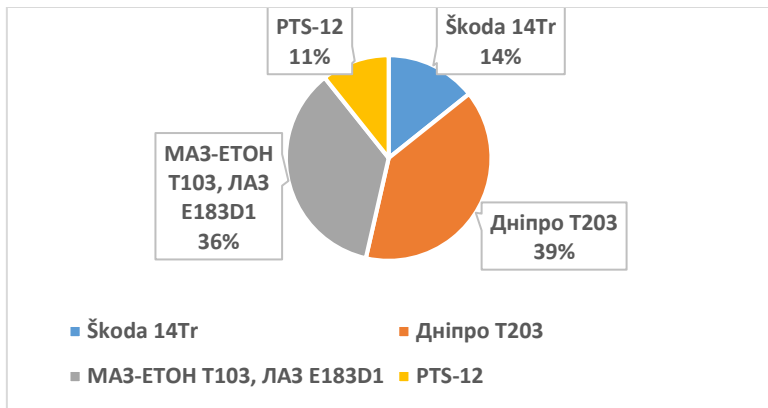


Рис. 1. Структура пасажирського тролейбусного парку м. Миколаєва станом на 2022 р.

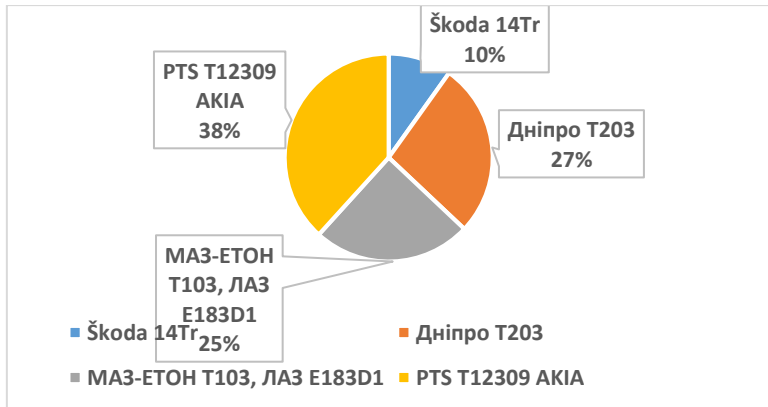


Рис. 2. Структура пасажирського тролейбусного парку м. Миколаєва станом на кінець 2024 р.

Завдяки фінансовій підтримці Данії Миколаїв у 2024 р. придбав 31 тролейбус з автономним ходом до 20 км після заряджання з альтернативних джерел. Це дозволило забезпечити стійкістю перевезення громадян при блекаутах з електроенергією наприкінці листопада 2024 р. Як видно з динаміки, у структурі тролейбусного парку відбулися значні зміни: тролейбуси інноваційного типу – з технологією «In Motion Charging» (IMC) – підвищилася з 11% до 38%.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

1. Нерозв'язаними недоліками транспортної інфраструктури міста є: серед пасажирського автотранспорту перевага малих за пасажиромісткістю авто, великі об'єми транзитного вантажного автотранспорту, що свідчить про необхідність її доопрацювання через відомі екологічні практики.

2. Оцінено об'єми зменшення використання палива та об'єми зменшення викидів CO₂ при запровадженні екологічних практик:

– поступовий перехід на автобуси великої та середньої місткості: річне зменшення використання дизельного палива 25177 МВт.год; зменшення викидів CO₂ – 6294 т/рік;

– побудова об'їзної дороги: річне зменшення споживання пального вантажним транспортом – 282907,8МВт. год ; легковим транспортом – 18974,7МВт. год; зменшення викидів CO₂ становитиме 80563 т/рік;

– розвиток велоінфраструктури та велоруку, а також інших альтернативних моторизованому транспорту способів міської мобільності у м. Миколаєві: річне зменшення використання палива автотранспортом 6080,44 МВт.год; зменшення викидів CO₂ становитиме 80563 т/рік;

– при реалізованій ініціативі зміни інфраструктури тролейбусного парку міста Миколаєва з впровадженням технологій «In Motion Charging» станом на кінець 2024 р. тролейбуси інноваційного типу – з технологією «In Motion Charging» (IMC) складала до 38%.

3. Подальші дослідження планується спрямувати на оцінювання інших практичних заходів, які б наближали автотранспортні системи міст до європейських транспортних систем задля адаптації до зміни клімату та сталого енергетичного розвитку міст.

Список використаних джерел

1. Гаврилюк О. А. Екологічний вплив автотранспорту на довкілля : глобальні та локальні проблеми. *Екологія і життя*, 2021, 3(22), 42–47.

2. Григор'єв К. В. Оцінка стану атмосферного повітря у місті Миколаєві. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, Вип. 4, 2023, 39–48.

3. Лежнева О. І., Желновач Г. М., Очеретенко С. В. та ін. Екологічні аспекти транспортної системи міста : *монографія*. Харків : Зебра, 2017. 180 с.

4. «Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів» [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN42578>.

5. Семененко Ю. М., Коваленко С. І. (2019). Зелені технології в транспорті: екологічні аспекти. *Екологічний вісник*, 2019, 2, 31–35.

6. Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату до 2030 року (2025). [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://mepr.gov.ua/uryad-shvalyv-plan-vykonannya-strategiyi-ekologichnoyi-bezpeky-ta-adaptatsiyi-do-zminy-klimatu-do-2030-roku/>

7. Стратегія адаптації до зміни клімату для Миколаївської області : Посилення спроможності регіональних та місцевих органів влади для впровадження та застосування законодавства ЄС у сферах захисту навколишнього середовища, протидії кліматичним змінам та розвитку інфраструктурних проєктів. Миколаїв, 2024. 77 с.

8. Чугай А. В., Чернякова О. І., Клімов І. О. Аналіз впливу військової діяльності в Україні на стан атмосферного повітря. *Екологічні науки*, 4(49), 26-31.

9. Шевченко О. І. Сучасні екологічні технології для зменшення шкідливих викидів транспортом. *Транспорт та довкілля*, 2020, 4(15), 60–67.

УДК 505.175:502.174.1](477)(043.2)

Іванова С. М.,

студентка 621 групи,

Мітрясова О. П.,

д-р пед. наук, професор, професор кафедри екології,

ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна,

Чвир В. А.,

ГО «Відкритий екологічний університет плюс», м. Миколаїв, Україна,

ОЦІНЮВАННЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВІДХОДІВ ВІД РУЙНУВАНЬ НА ПРИКЛАДІ ТГ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Актуальність дослідження. Миколаївська область, як і багато інших регіонів України, значно постраждала від воєнних дій, що призвело до масштабних руйнувань будівель, об'єктів інфраструктури та промислових підприємств. У результаті утворилася велика кількість

відходів, які не лише створюють серйозну екологічну загрозу, але й містять цінні ресурси, такі як метали, будівельні матеріали, скло та деревина. Їхнє вторинне використання може стати ключовим елементом у відновленні економіки та інфраструктури регіону, сприяючи зменшенню навантаження на навколишнє середовище та забезпечуючи основу для сталого розвитку територіальних громад [1; 2]. Оцінка потенціалу переробки таких відходів має важливе стратегічне значення для ефективного післявоєнного відновлення Миколаївської області.

Мета дослідження полягає в аналізі ресурсного потенціалу відходів, що виникли через руйнування на території Миколаївської області, з урахуванням їх обсягів, якісних властивостей, структурних особливостей та складу, а також у визначенні можливостей їх подальшого застосування для відбудови інфраструктури, реконструкції та розвитку місцевої економіки в умовах післявоєнного періоду.

У ході виконання наукового дослідження було використано **аналітичний метод, системний підхід, статистичний і порівняльний методи, методи екологічної та економічної оцінки, картографічний підхід із застосуванням геоінформаційних технологій (ГІС-аналізу), метод експертних оцінок і елементи моделювання.** Використання зазначених підходів забезпечило цілісність і послідовність дослідження, дозволило глибоко проаналізувати ресурсний потенціал відходів, що виникли внаслідок руйнувань, та визначити можливості їх залучення до процесів післявоєнного відновлення економічної діяльності регіону.

Поєднання загальнонаукових, аналітичних, статистичних і спеціалізованих методів сприяло отриманню обґрунтованих і достовірних результатів, виявленню закономірностей утворення та використання відходів як вторинних ресурсів [3; 4]. Це дало змогу сформулювати практичні рекомендації щодо підвищення ефективності управління відходами у контексті відбудови територіальних громад Миколаївської області у післявоєнний період.

На основі обраної та обґрунтованої методики визначено та проведено оцінювання ресурсного потенціалу будівельних відходів від руйнувань. Вісім територіальних громад Миколаївської області мають стаціонарні місця зберігання будівельних відходів, а саме: Баштанська, Новобузька, Миколаївська, Первомайська, Широківська, Привільненська, Снігурівська, Шевченківська. Площа територій місць зберігання становить 33 га, обсяг відходів – 83 тис. т. Ресурсна вартість їх становить близько 25 млн грн. Для створення ефективного

підприємства з переробки будівельних відходів задля покращення екологічної ситуації та отримання додаткового прибутку необхідний обсяг фінансування на старті близько 3,25 млн грн.

Список використаних джерел

1. Вторинна сировина. Дроблений бетон та асфальт. *Фракція 0-80 мм. ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ ПОРТАЛ.* URL : <https://mybud.com.ua/tovary-poslugy/0/0/4600> (Дата звернення: 07.10.2025)
2. Вторинна сировина ціни, купити. ЕКТА БУД | ibud.ua. URL : <https://ekta-bud.ibud.ua/ua/praisy-companii/5027092> (Дата звернення: 07.10.2025)
3. Сортивальний комплекс для сміття. Prom.ua. URL : <https://prom.ua/ua/p595184672-sortirovochnyj-kompleks-dlya.html> (Дата звернення: 07.10.2025)
4. Ціни на вторсировину. ФОП Клемешов. klemeshov. *ФОП Клемешов. Продаж та купівля вторинної сировини у Вінниці.* URL : <http://www.klemeshov.com.ua/uk/prices-ua/> (Дата звернення: 07.10.2025)

УДК 504.06:330.15:628.1(477)(045)

Ковальська О. І.,
аспірантка кафедри екології,
Мітрясова О. П.,
д-р пед. наук, професор, професор кафедри екології,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ РУЙНУВАНЬ ВОДОПОСТАЧАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ВОЄННИХ ДІЙ

Ключові слова: водопостачання; інфраструктура; еколого-економічні наслідки; сталий розвиток.

Повномасштабна війна в Україні спричинила системні руйнування водної інфраструктури, що включають пошкодження дамб і водосховищ, руйнування магістральних трубопроводів, насосних і очисних станцій, а також локальних розподільчих мереж. Наслідки цих ушкоджень мають три взаємопов'язані виміри: негайні гуманітарні потреби в доступі до питної води та санітарії; довгострокові екологічні ризики, пов'язані з деградацією водних екосистем; значні економічні витрати на відновлення та втрати у суміжних секторах господарства.

Дослідження еколого-економічних наслідків руйнувань водопостачальної інфраструктури безпосередньо пов'язане з досягненням Цілей сталого розвитку ООН, зокрема Цілі 6 – «Чиста вода та належні санітарні умови» та Цілі 9 – «Промисловість, інновації та інфраструктура». Відновлення та модернізація систем водопостачання сприяють підвищенню стійкості громад і забезпеченню доступу населення до безпечної води навіть у кризових умовах. Реалізація таких завдань підтримує сталий розвиток територій та мінімізує довгострокові екологічні й економічні ризики.

У табл. 1 представлено огляд відкритих джерел: RDNA4, KSE, UNEP, UNICEF та дослідження, що дозволяють масштабні і конкретно показати впливи воєнних дій на систему водопостачання по окремим регіонам і містам [1; 2; 3; 4; 5].

Найсерйознішим прикладом екологічної й водного небезпеки стало руйнування Каховської греблі 6 червня 2023 року. Прорив греблі призвів до обвалу гідрологічного режиму, неконтрольованого скиду води, масового затоплення пониззя, а потім – до висихання ділянок колишнього дна водосховища. UNEP та інші аналітичні команди підкреслюють довготривалу небезпеку мобілізації забруднюючих речовин з донних відкладів, що створює хронічну загрозу для питного водопостачання й біорізноманіття у регіоні та в дельті Дніпра. Оцінка прямих матеріальних втрат, зокрема для зрошувальної інфраструктури, становить мільярди доларів [3; 6].

Аналіз по містах демонструє різну природу ушкоджень і відповідні ризики. У міських центрах прифронтових областей таких як: Миколаїв, Херсон, Маріуполь, Сіверськодонецьк та Бахмут спостерігаються одночасні проблеми, а саме: фізична деструкція трубопроводів; відключення електроживлення насосних станцій та руйнування очисних споруд. Означені проблеми призводять не лише до негайних перебоїв у подачі води, але і до посилення корозійних процесів. У сільськогосподарських регіонах на півдні України, а також у зонах іригації навколо Каховки і в Запорізькій області відбувається руйнування меліоративних систем, що знижує продуктивність угідь і вимагає значних інвестицій для відновлення зрошення. Екологічні наслідки мають як локальний, так і регіональний характер. На локальному рівні – це погіршення якості підземних і поверхневих вод унаслідок скидів забруднень. На регіональному рівні – зміни солоності і гідрологічного режиму у дельті Дніпра та прибережних зонах Чорного моря, що впливає на рибні популяції, прибережні екосистеми та рекреаційну привабливість. Частина забруднень має властивість довгострокової міграції у ґрунтах і підземних водах, що ускладнює заходи очищення й моніторингу.

Таблиця 1

Руйнування водної інфраструктури в Україні

Місто	Дата події	Тип пошкодження	Кількість постраждалих (тис. осіб)	Економічні втрати (млн \$)	Екологічні наслідки
Миколаїв	квітень 2022	Пошкодження водогону Дніпро-Миколаїв	400	120	Дефіцит питної води, використання технічної води з Південного Бугу
Маріуполь	березень 2022	Повне знищення системи водопостачання	350	200	Забруднення довкілля, гуманітарна катастрофа
Херсон	2022–2023	Аварії та руйнування під час окупації	250	80	Солоність води, підтоплення
Київ	жовтень 2022	Обстріли енергетики та насосних станцій	300	150	Тимчасова зупинка системи водопостачання
Запоріжжя	2023	Аварії та пошкодження мереж	150	60	Ризик забруднення річки Дніпро
Дніпро	2023	Пошкодження насосних станцій	100	50	Забруднення ґрунтових вод
Краматорськ	2023	Пошкодження каналізаційних мереж	80	40	Витоки стічних вод
Харків	2022–2023	Обстріли насосних станцій	200	90	Ризики інфекційних захворювань
Одеса	2023	Атаки на енергосистему та водозабори	150	70	Тимчасове відключення води
Нікополь	2023	Пошкодження через обстріли біля Каховського водосховища	50	30	Забруднення питної води
Кривий Ріг	2023	Пошкодження Карачунівського водосховища	120	55	Підтоплення територій
Ізюм	2022	Руйнування водопостачання під час окупації	50	25	Відсутність питної води
Суми	2022–2023	Пошкодження водогонів	70	20	Забруднення поверхневих вод

Економічні наслідки охоплюють прямі витрати на відновлення інфраструктури та непрямі втрати: втрата сільськогосподарського виробництва через дефіцит зрошення; зниження доходів рибної галузі; збільшення витрат на екстрені поставки води та медичні витрати, пов'язані з інфекційними захворюваннями.

Рамкова оцінка RDNA4 і звіти KSE вказують на те, що загальні потреби у відновленні країни сягають сотень мільярдів доларів, при цьому сектор води і ЖКГ становить значну частку цих витрат [1; 2].

Щодо стратегічного відновлення є ключові пріоритети. По-перше, термінове відновлення критичних вузлів, а саме питні фільтри для лікарень, насосні станції з автономним живленням мають супроводжуватися розгортанням мобільних лабораторій для моніторингу якості води. По-друге, відновлення мереж необхідно проводити з урахуванням кліматичних ризиків і використанням стійких підходів. По-третє, потрібна прозора оцінка збитків і централізований реєстр пошкоджень — це дозволить адресно розподіляти кошти міжнародної допомоги і планувати середньострокові відновлювальні програми. Нарешті, важливо ще більше інтегрувати громади у процес прийняття рішень, аби відновлення було прийнятним та стійким на місцевому рівні.

Підсумовуючи, руйнування водного сектору в Україні є одночасно гуманітарною, екологічною та економічною проблемою. Ефективне відновлення потребуватиме скоординованих дій держави, міжнародних донорів та місцевих громад, а також інвестицій у моніторинг, стійкість клімату і відновлювальну інфраструктуру.

Список використаних джерел

1. World Bank, United Nations, European Commission, Government of Ukraine. *Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4) — Ukraine : February 24, 2022–December 31, 2024*. World Bank, 2025. URL: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099022025114040022> (дата звернення: 08.10.2025).
2. Kyiv School of Economics (KSE). *Report on damages to infrastructure from the destruction caused by Russia's military aggression against Ukraine (as of November 2024)*. KSE, 2025. URL : https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/02/KSE_Damages_Report-November-2024---ENG.pdf (дата звернення: 08.10.2025).
3. UNEP / DHI. *Rapid Environmental Assessment of Kakhovka Dam Breach, Ukraine, 2023*. UNEP, 2023. URL : <https://www.unep.org/resources/report/rapid-environmental-assessment-kakhovka-dam-breach-ukraine-2023> (дата звернення:

08.10.2025).

4. UNICEF. *UNICEF Ukraine WASH Programme : 2023 In Review Brief*. UNICEF, 2023. URL : <https://knowledge.unicef.org/ukraine/resource/unicef-ukraine-wash-programme-2023-review-brief> (дата звернення: 08.10.2025).

5. Hapich H. та ін. Water security consequences of the Russia-Ukraine war and the post-war outlook // *Water Security*. 2024. Т. 21. URL : <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2024.100167> (дата звернення: 09.10.2025).

6. CEOBS / analyses for UNEP. *Analysing the environmental consequences of the Kakhovka dam collapse*. 2023. URL : <https://ceobs.org/analysing-the-environmental-consequences-of-the-kakhovka-dam-collapse/> (дата звернення: 09.10.2025).

УДК 504.06:543.3 (477.44)

*Мац А. Д.,
аспірант кафедри екології;
Мітрясова О. П.,
д-р пед. наук, професор кафедри екології,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

ASSESSMENT OF OXYGEN DYNAMICS IN SURFACE WATERS OF THE SOUTHERN BUH RIVER BASIN

Анотація. Наведено результати дослідження просторово-часових змін вмісту розчиненого кисню та біологічного споживання кисню (БСК₅) у поверхневих водах басейну р. Південний Буг за період багаторічних спостережень. Дослідження показало, що поєднання кліматичних чинників (температура води, опади, сонячна радіація, вітер) і антропогенних впливів (скиди стічних вод, сільськогосподарський стік, евтрофікація) формує стійку тенденцію до зниження розчинного кисню і місцевих підвищень БСК₅ у теплі сезони. У нижній течії, зокрема у районі м. Миколаїв, зафіксовано найгірші гідрохімічні показники, де концентрація кисню іноді наближалася до критичних значень (<5 мг/л). Отримані результати мають практичне значення для управління водними ресурсами та розробки заходів щодо зменшення органічного навантаження на водні екосистеми.

Ключові слова: розчинений кисень, БСК₅, водні ресурси, екологічний стан, Південний Буг.

Keywords: dissolved oxygen, BOD₅, water resources, ecological status, Southern Buh River.

This paper provides an integrated assessment of the temporal and spatial dynamics of dissolved oxygen (DO) and biochemical oxygen demand (BOD₅) in the Southern Bug River basin based on long-term hydrochemical records. DO and BOD₅ are key indicators of water quality: DO supports aerobic life, while BOD₅ quantifies the organic load that consumes oxygen during decomposition.

Methods. The analysis is based on multi-decadal observations at several monitoring stations located along the river, including upstream (station 1), midstream (station 2) and downstream sections near Mykolaiv (station 3). Parameters measured regularly included DO, BOD₅, water temperature and supporting meteorological data. Temporal trends were analyzed using linear and polynomial regression, and model fit was assessed by the coefficient of determination (R²). Spatial comparisons allowed identification of zones with elevated anthropogenic pressure.

Results. Trend analysis revealed a persistent decrease in dissolved oxygen over recent decades, with stronger negative slopes in downstream stations. For example, regression models showed negative slopes of approximately -0.0967 to -0.1397 mg·L⁻¹·yr⁻¹ in selected sites, and coefficients of determination ranged from ~0.30 to 0.61 depending on local variability and episodic events. BOD₅ displayed seasonal peaks and an overall tendency to increase during warm periods, consistent with enhanced microbial activity. An inverse relationship between DO and BOD₅ was confirmed across stations: higher BOD₅ values were consistently associated with lower DO concentrations. Observed DO minima in several years approached hypoxic conditions (<5 mg·L⁻¹), posing risks to aquatic biota (Table 1).

Table 1 – Example trend statistics for dissolved oxygen in selected monitoring stations.

Station	Trend slope (mg·L ⁻¹ ·yr ⁻¹)	R ² (DO trend)
Station 1 (upstream)	-0.0967	0.38
Station 2 (Kovalivka)	-0.1397	0.30
Station 3 (Mykolaiv, TPP area)	-0.12	0.61

Discussion. Climatic drivers contribute substantially to observed patterns: rising water temperatures decrease oxygen solubility and simultaneously accelerate biochemical reactions that consume oxygen. Precipitation events increase runoff and organic input, elevating BOD₅ and contributing to episodic oxygen depletion. While wind-driven mixing can partially mitigate surface oxygen deficits, it does not fully compensate under sustained high organic loads. Spatial variability reflects the balance of

pollution sources and river self-purification:

upstream sites showed higher DO and lower BOD₅, while downstream zones near urban and industrial centers exhibited degraded conditions.

Recommendations. To reduce the risk of oxygen depletion and maintain ecological integrity, the following measures are advised:

1) Enhance continuous monitoring of DO and BOD₅ at high temporal resolution to detect early warning signals;

2) Improve wastewater treatment and control non-point agricultural runoff;

3) Implement riparian buffer strips and constructed wetlands to retain and treat organic matter before it reaches the river;

4) Explore localized aeration or oxygenation measures in critical reaches during low-flow warm periods;

5) Integrate monitoring data into adaptive water management plans and public awareness campaigns.

Conclusions. The combined influence of climatic warming and anthropogenic pressures has led to notable changes in oxygen dynamics in the Southern Bug River basin. Regular evaluation of DO and BOD₅ is essential for identifying vulnerable sections, forecasting eutrophication risk and designing mitigation strategies. The findings support the development of targeted management actions aimed at preserving aquatic biodiversity and ensuring ecological safety for regional water resources.

Acknowledgements. The author thanks the local monitoring services and colleagues who contributed data and field support. Data used in this study include long-term series collected by regional environmental agencies and the author's own analyses for the period 1980–2024.

УДК 315.819 – 414.7:231

Остапенко В. В.,

аспірант кафедри екології,

Григор'єва Л.І.,

д-р біол. наук, професор завідувачка кафедри екології,

Макарова О.В.,

старший викладач кафедри екології

ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна.

ВИЩІ ВОДЯНІ РОСЛИНИ У ФОРМУВАННІ РАДІАЦІЙНОЇ ЄМНОСТІ ВОДОЙМ

Вищі водяні рослини володіють здатністю видаляти з води забруднюючі речовини: біогенні елементи (азот, фосфор, калій, кальцій,

магній, марганець, сірку), важкі метали (кадмій, мідь, свинець, цинк), феноли, сульфати, нафтопродукти, синтетичні поверхневоактивні речовини (СПАР) та радіоактивні речовини. При очистці стічних вод використовують такі види вищих водних рослин (ВВР), як комиш, очерет озерний, рогоз вузьколистий і широколистий, рдест гребінчастий і курчавий, спіродела багатокорінева, елодея, водний гіацинт (ейхорнія), касатик жовтий, сусак, стрілолист звичайний, гречиха земноводна, резуха морська, уруть, хара, ірис та інші [1, 5].

Радіоемність $A^i(\text{Бк})$ – це фундаментальна властивість екосистеми водосховища, яка визначає ту граничну кількість радіонуклідів (Бк), яку може стабільно утримувати біота цієї екосистеми, без шкоди (зміни) своїх основних функцій (зростання, приріст біомаси біоти і кондиціонування середовища існування). Фактор радіоемності F^i – визначає частку радіонуклідів, яка утримана біотичною і абіотичною компонентами екосистеми водосховища [4]. Експериментальні дослідження здійснено для водосховищ: (Олександрівське, Таборівське, Трикратьське) [2, 3]

Наша робота спрямована на виділення рослин, які здатні накопичувати та утримувати радіоактивні речовини у водоймах. Накопичувальну здатність вивчали для радіонуклідів (^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{90}Sr , ^{54}Mn , $^{108\text{m}}\text{Ag}$, $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{57}Co , ^{60}Co) водоростями C_{algae}^i (Бк/кг) з води водосховища C_{water}^i (Бк/л). При розрахунках коефіцієнтів накопичення радіонуклідів водною біотою користувалися формулою:

$$k_{\text{algae}}^i = \frac{C_{\text{algae}}^i \left(\frac{\text{Бк}}{\text{кг}} \right)}{C_{\text{water}}^i \left(\frac{\text{Бк}}{\text{л}} \right)},$$

де k_{algae}^i – коефіцієнт накопичення радіонукліду i водною біотою з води водойми, $\frac{\text{Бк}}{\text{Бк/л}}$; C_{algae}^i – питома активність радіонукліду i у водною біотою водойми, $\left(\frac{\text{Бк}}{\text{кг}} \right)$; $C_{\text{water}}^i \left(\frac{\text{Бк}}{\text{л}} \right)$ – питома активність радіонукліду i у воді водойми, $\left(\frac{\text{Бк}}{\text{л}} \right)$.

Ці результати виступили вхідними параметрами при обчисленні радіоемності $A^i(\text{Бк})$ і фактора радіоемності водної біоти водойми F_{algae}^i відповідно за формулами:

$$A^i = C_{\text{water}}^i \times S \times \left(H + k_{\text{bottom}}^i \times h + k_{\text{algae}}^i \times P \times H \right),$$

$$F_{\text{algae}}^i = \frac{P \times k_{\text{algae}}^i \times H}{(H + P \times k_{\text{algae}}^i \times H)},$$

де S – площа поверхні водойми, м^2 ; H – глибина водойми, м ; h – товщина ефективного шару донних відкладень (шару, в якому накопичуються радіонукліди, прийнято $h=0,1$ м); P – вміст біоти в одиниці об'ємі води, $\text{г}/\text{м}^3$ (значення P прийнято за результатами визначення для кожної водойми).

Результати розрахованої величини радіаційної ємності технологічних водойм ІОУ АЕС за радіонуклідами, які АЕС скидає у поверхневі водойми (^{58}Co , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{59}Fe , ^{131}I , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{51}Cr , ^{90}Sr), різнилися між ставком-охолоджувачем і третім ставком біоочищення ІОУ АЕС на два-три порядки значень, інтервал значень склав $n \times 10^8$ – $n \times 10^{11}$ Бк. Це обумовлено різницею об'ємів водойм і різницею коефіцієнтів накопичення радіонуклідів компонентами екосистеми водойм (більш високі коефіцієнти накопичення зареєстровано для ставка біоочищення ОС ПМК ІОУ АЕС). Між поверхневими водосховищами (Олександрівське, Таборівське, Трикратьське) різниця у величині радіаційної ємності (інтервал значень $n \times 10^9$ – $n \times 10^{16}$) обумовлена різницею лише об'ємів водосховищ.

Результати розрахунку факторів радіоємності окремих складових екосистеми водойм свідчили, що для усіх радіонуклідів величина факторів радіоємності біотичної складової F_{algae}^i водойми, вищі за відповідні значення факторів радіоємності донних відкладень F_{bottom}^i . Це підкреслює факт провідної ролі водяної біоти щодо утримання радіоактивності всередині екосистеми. Особливої уваги заслуговують результати розрахунку факторів радіоємності F_{bottom}^i , F_{algae}^i для ставка-охолоджувача ІОУ АЕС: низькими виявилися фактори радіоємності F_{bottom}^i майже для всіх радіонуклідів. Це свідчить про те, що донні відкладення цієї водойми не характеризуються високою здатністю до утримання радіонуклідів.

Фактори радіоємності різнилися за водоймами: найменші величини (0,68–0,71) визначалися для ставка-охолоджувача. Для іншої технологічної водойми – III ставка біоочищення ОС ПМК ІОУ АЕС – фактор радіоємності був достатньо високим (0,89–0,97). Для інших водойм фактори радіоємності були на достатньо високому рівні (0,89–0,98), що свідчить про добру здатність екосистеми цих водойм утримувати радіонукліди, накопичувати і концентрувати в біомасі радіонукліди, що потрапили до неї, без помітних наслідків для самої екосистеми. Невеликі значення фактора радіоємності для ставка-

охолоджувача ЮУ АЕС, при чому для усіх радіонуклідів, можуть вказувати, що екосистема цієї водойми не характеризується високою надійністю, і тому потрібно проводити заходи для підвищення радіємності водойми. Це, в першу чергу, полягає у налагодженні більшої врожайності водяної біоти у цьому ставку, а також у підборі саме тих водяних рослин, які характеризуються більш високими коефіцієнтами накопичення радіонуклідів, і будуть виступати біологічними дезактиваторами водойм.

Список використаних джерел

1. Hosokova Y., Miyoshi E., Fukukawa K. Характеристика процесу очищення прибережних вод очеретяними заростями. Rept. Part and Harbour. Res. Inat. 2011, №11. 206-257.
2. Григор'єва Л. І., Алексєєва А. О. (2019) Радіаційна ємність технологічних водойм АЕС. *Наукові праці. Серія «Техногенна безпека»*. 2019. Т. 328. Вип. 316. С. 78–82.
3. Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А., Алексєєва А. О. (2019) Радіоекологічна безпека прісноводних водоймищ – джерел живлення зрошувальних систем. *Екологічні науки*. 2019. № 4(27). С. 145–149.
4. Кутлахмедов Ю. О. Дорога до теоретичної радіоекології. Київ : Фитосоціоцентр, 2015. 360 с.
5. Тимофєєва С. С. Біотехнологія знешкодження стічних вод. *Хімія і технологія води*, 2015. Т.17, № 5. 525–532.

УДК 551.583(477)

Патрушева Л. І.,
канд. географ. наук, доцент кафедри екології,
Брусь І. М.,
магістрант за ОП «Екологія»,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна.

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ АНАЛІЗ СЕЗОННИХ ТЕМПЕРАТУР В УКРАЇНІ

Температурний режим є однією з головних характеристик стану природного середовища та чутливим індикатором його змін. Просторово-часовий аналіз температурної динаміки дозволяє виявити закономірності варіацій клімату на території України та визначити періоди і райони з відхиленнями від кліматичної норми. Такі дослідження є основою для

розуміння регіональних особливостей кліматичних процесів і формування науково обґрунтованих висновків щодо їхніх наслідків для природного середовища. Актуальність роботи зумовлена необхідністю системного моніторингу кліматичних показників та оцінки проявів кліматичної трансформації на регіональному рівні.

Метою дослідження є просторово-часовий аналіз сезонних температур в різних природних зонах України, для виявлення закономірностей їх змін, що може привести до трансформації кліматичних умов формування ландшафтних комплексів.

Об'єктом дослідження є сезонні температури повітря: середні (весна, осінь), максимальні (літо), мінімальні (зима). Аналіз проведено за період з 1946 по 2020 роки на основі температурних даних метеорологічних станцій: Миколаїв, Одеса, Вінниця, Полтава, Львів, Рівне, Луцьк і Чернігів, які репрезентують різні природні зони України.

У роботі розглянуто особливості температурного режиму по сезонах року, визначено середні та екстремальні значення показників для кожного сезону і проведено порівняння між регіонами. Дослідження дозволило виявити тенденції зміни температур, оцінити та проаналізувати річну амплітуду і простежити відмінності у сезонних закономірностях між природними зонами України. Отримані результати дозволяють зрозуміти ймовірність трансформації ландшафтних комплексів різних природних зон.

З кожної природної зони було обрано по 2 метеостанції. Ми намагалися обирати міста з різним проявом континентальності клімату. Розподіл по зонам виглядає таким чином:

- мішані ліси – Чернігів, Луцьк;
- широколистяні ліси – Рівне, Львів;
- лісостеп – Полтава, Вінниця;
- степ – Миколаїв, Одеса.

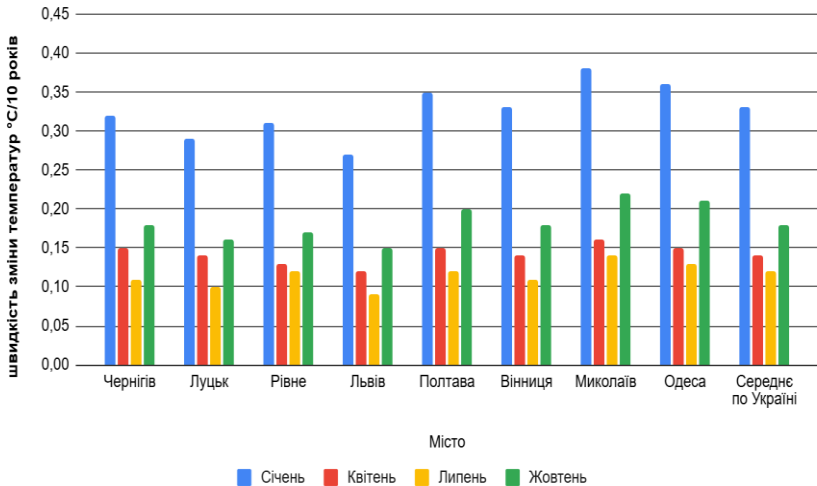
Загальна ситуація, щодо динаміки температур представлена у таблиці 1. Результати проведених обчислень свідчать про стійке зростання сезонних температур (рис. 1). Найбільш швидкими темпами температури зростають на півдні в Миколаєві та Одесі. Особливо швидке зростання спостерігається взимку на $0,38^{\circ}$ (Миколаїв) та на $0,36^{\circ}$ (Одеса) за кожні 10 років. Найповільніше підняття спостерігається у зоні широколистяних лісів на $0,31^{\circ}$ (Рівне) та $0,27^{\circ}$ (Львів). Якщо розглядати тренд зміни температур в часі то слід відмітити, що літні температури зростають з найменшою швидкістю, на $0,10^{\circ}$ - $0,11^{\circ}$ за 10 років.

Таблиця 1.

Динаміка температур ($^{\circ}\text{C}/10$ років) в Україні

Місто	Січень	Квітень	Липень	Жовтень
Чернігів	0,32	0,15	0,11	0,18
Луцьк	0,29	0,14	0,10	0,16
Рівне	0,31	0,13	0,12	0,17
Львів	0,27	0,12	0,09	0,15
Полтава	0,35	0,15	0,12	0,20
Вінниця	0,33	0,14	0,11	0,18
Миколаїв	0,38	0,16	0,14	0,22
Одеса	0,36	0,15	0,13	0,21
Середнє по Україні	0,33	0,14	0,12	0,18

Крім того осінні температури зростають швидше ніж весняні, що призводить до подовження теплого сезону за рахунок осені. Ця особливість спостерігається в усіх природних зонах.

Рис. 1. Динаміка температур ($^{\circ}\text{C}/10$ років)

Швидке зростання температур взимку і досить повільне влітку призводить до зменшення річної амплітуди температур (табл. 2).

Найінтенсивніше амплітуда температур зменшується загалом у східному напрямку і зокрема у лісостеповій зоні на 0.31° (Вінниця) та $0,33^{\circ}$ (Полтава).

Таблиця 2.

Динаміка річних амплітуд температур в Україні

Місто	Мінімальна амплітуда	Максимальна амплітуда	Середня амплітуда	Тренд ($^{\circ}\text{C}$ / 10 років)
Чернігів	22,0	43,0	32,4	-0,30
Луцьк	21,0	43,0	31,7	-0,29
Рівне	23,0	42,8	31,8	-0,26
Львів	25,2	42,7	31,4	-0,27
Полтава	24,0	44,2	32,7	-0,33
Вінниця	20,4	45,3	33,0	-0,31
Миколаїв	26,5	44,3	33,1	-0,28
Одеса	25,7	43,0	32,0	-0,25

Аналіз даних за 75 років засвідчує загальну тенденцію до потепління клімату в усіх природних зонах України, особливо це відчувається у зимовий та осінній періоди. Спостерігаємо, що річні амплітуди температур поступово зменшуються, за рахунок швидкого зростання зимових температур і відносно повільної зміни температур літом. Це може свідчити про ослаблення континентальності клімату. Зміни температурних режимів впливають на формування природних зон і ландшафтних комплексів, зокрема спричиняють подовження вегетаційного періоду та зміщення меж природних зон на північ. Результати проведеного аналізу відображають сучасну кліматичну динаміку, характерну для процесів глобального потепління.

V. Smyrnov,
*PhD in Geology, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Ecology*
G. Niepieina,
*the Head of the Laboratory of Inorganic(Medical) Chemistry,
Department of Pharmacy, Pharmacology, and Chemistry
Petro Mohyla Black Sea National University*

THE SYSTEM OF LIFE SAFETY DURING WARTIME: CONTEMPORARY CHALLENGES, RISKS, AND RESPONSE STRATEGIES

Introduction

The war in Ukraine has significantly altered the understanding of national and civil safety. While traditional concepts of «life safety» were primarily associated with industrial, ecological, and social risks, the full-scale invasion introduced a new dimension – complex hybrid threats that affect every aspect of daily life.

In wartime, life safety cannot be viewed solely through the prism of civil protection or emergency response. It has become a cross-sectoral mechanism that unites governmental structures, local authorities, private enterprises, and volunteer initiatives. The efficiency of this mechanism directly determines the survival of communities, the stability of infrastructure, and the moral resilience of society.

The purpose of this paper is to analyze the structure and functionality of the Ukrainian life safety system in wartime conditions, identify its main weaknesses and achievements, and outline recommendations for strengthening its adaptability and technological capacity in the post-war recovery phase.

Main Risks and Challenges

The contemporary system of life safety faces a range of interconnected risks:

1. Destruction of critical infrastructure. Constant shelling of energy, water supply, and transportation facilities has led to large-scale blackouts, disruption of logistics, and a decline in industrial and agricultural production.

2. Environmental and technogenic hazards. Damaged chemical and fuel storage sites, oil depots, and sewage systems cause contamination of air, soil, and surface waters. The Kakhovka dam explosion in 2023 became one of the largest ecological disasters in modern Europe.

3. Mine and unexploded ordnance contamination. More than one-third of Ukraine's territory is estimated to be potentially dangerous due to mines

and explosives, posing a long-term risk to civilians and agriculture.

4. Public health and social challenges. The war intensified infectious diseases, limited access to medical services, and increased psychological trauma among both civilians and military personnel.

5. Cyber and information security threats. Disinformation campaigns and cyberattacks on government and energy networks aim to destabilize the country from within.

Each of these risks requires a coordinated and flexible system of response that combines early warning, technical readiness, and efficient public communication.

Institutional and Technological Transformation

The State Emergency Service of Ukraine (SES) has become the backbone of wartime life safety, responsible for fire suppression, search and rescue, mine clearance, and evacuation. Local administrations, meanwhile, have developed decentralized response centers that improve the speed and autonomy of decisions.

Technological modernization plays a critical role in strengthening the LSS. Among the most important innovations are:

- Deployment of autonomous power sources (solar panels, generators) for emergency units and shelters;
- Integration of digital monitoring systems for air alerts, infrastructure damage, and chemical contamination;
- Development of mobile applications for citizen alerts and coordination of volunteer assistance;
- Implementation of GIS-based platforms for risk mapping and operational planning;
- Remote training programs and digital simulators for civil protection education.

These technologies not only improve operational efficiency but also promote transparency, data-driven decision-making, and public involvement.

Community and Volunteer Involvement

A distinctive feature of Ukraine's wartime response system is the unprecedented participation of civil society. Volunteer networks, NGOs, and local communities perform vital roles in logistics, humanitarian aid, psychological support, and reconstruction efforts.

Volunteer groups provide emergency supplies, rebuild destroyed houses, equip shelters, and organize evacuation for vulnerable populations. Many have become informal partners of official institutions, bridging gaps in state capacity. This synergy between public authorities and citizens represents a unique example of societal resilience – a form of «distributed safety system» based on solidarity and self-organization.

Post-war Recovery and Future Development

In the post-war period, Ukraine faces the strategic task of transforming its temporary emergency measures into a sustainable national system of resilience. This involves:

- Modernizing civil protection infrastructure with smart technologies and renewable energy systems;
- Enhancing education and professional training for emergency personnel, engineers, and community leaders;
- Strengthening international cooperation through participation in EU civil protection mechanisms and research networks;
- Developing a unified digital platform for risk monitoring, early warning, and crisis coordination;
- Integrating climate adaptation and green recovery principles into urban planning and reconstruction policies.

The future system of life safety should be viewed not only as a mechanism of defense but as a foundation of sustainable development – combining security, environmental protection, and human well-being.

Table

Key Risk Groups for the Life Safety System During Wartime

Risk Group	Main Sources	Impact on Life Safety System
Infrastructure Risks	Energy and transport destruction, loss of logistics	Blackouts, interruption of supply chains, disruption of emergency response
Environmental Risks	Pollution from damaged industrial sites, fires, oil spills	Contamination of air, water, and soil; health hazards
Technogenic Risks	Explosions, chemical leaks, radiation hazards	Mass casualties, long-term ecological damage
Social and Health Risks	Displacement, stress, limited access to medicine	Reduced resilience, public health deterioration
Cyber and Informational Risks	Cyberattacks, disinformation	Loss of communication, panic, misinformation

Conclusions

The experience of wartime Ukraine demonstrates that the life safety system is not merely a technical or administrative structure but a living organism that evolves under extreme stress. Its adaptability, flexibility, and

inclusiveness define the nation's ability to survive and rebuild.

To ensure long-term resilience, Ukraine must continue investing in human capital, innovation, and institutional modernization. Strengthening the partnership between the state, business, and civil society will transform the system of life safety into an integrated framework capable of preventing, responding to, and recovering from any future crisis – whether military, ecological, or technological.

Such a transformation will contribute not only to national security but also to the broader European vision of a sustainable, human-centered model of resilience and safety.

УДК 524.849 - 567.7:568

*Стеценко Д.,
аспірант,
Григор'єва Л.І.,
д-р біол. наук, професор,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна.*

РОЗРОБЛЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ ПОБУДОВИ ШТУЧНОЇ ЕКОСИСТЕМИ ЖИТЛА І ПРАЦІ ЛЮДИНИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Одним із важливих напрямів забезпечення радіаційної безпеки населення є моніторинг, оцінка та прогнозування індивідуальних і колективних доз опромінення, зокрема у районах розташування атомних електростанцій. Питання визначення реального рівня дозового навантаження людини набуває особливого значення в умовах зростання техногенного впливу та необхідності впровадження цифрових систем управління екологічною безпекою.

За сучасними оцінками, при нормальному режимі експлуатації атомних електростанцій середні річні дози опромінення населення, спричинені цим фактором, не перевищують кількох мікрозівертів (мкЗв). Проте результати новітніх досліджень свідчать, що формування загальної дози опромінення людини у сучасних умовах визначається не лише техногенними, а й природними радіаційними факторами, присутніми у зоні впливу АЕС.

У зв'язку з цим була проведена комплексна робота з виявлення, кількісної оцінки та прогнозування всіх чинників радіаційного впливу на населення у районі експлуатації Південноукраїнської АЕС. Зокрема, здійснено аналіз рівнів природного та техногенного фону, а також

реконструкцію доз опромінення населення, отриманих унаслідок «аварійно-чорнобильських» радіонуклідних випадів.

Результати дослідження показали, що природна компонента є домінуючою у формуванні дозового навантаження на населення регіону, забезпечуючи середню ефективну дозу 1,6-2,4 мЗв/рік. Основними джерелами цього впливу виявилися радіонукліди радону-222 (^{222}Rn) та тритію (^3H). Радонова складова є найбільш вагомою: для окремих груп населення вона може становити від 1 до 5 мЗв/рік. Особливо це стосується працівників гранітних кар'єрів, у яких до 70% сумарної дози формується за рахунок радону, що надходить у повітря робочих приміщень. Унаслідок цього річна індивідуальна доза для цієї критичної групи може зростати в 1,5-2 рази, досягаючи 6-8 мЗв/рік і вище, втрачаючи подвійну експозицію – на робочому місці та в житлі.

Додаткова доза від штучних джерел випромінювання, пов'язана з експлуатацією ЗАЕС і ПУ АЕС, є незначною – не перевищує 0,2% від сумарної річної дози опромінення. Загалом понад 60% дозового навантаження на населення становить керована компонента, тобто така, яку можна зменшити шляхом впровадження превентивних та інженерно-технічних заходів.

На основі отриманих матеріалів і результатів аналізу було закладено концепцію створення **штучної екосистеми житла і праці людини**, метою якої є розробка інтелектуальної системи моніторингу та управління радіаційною безпекою.

Передбачено, що система з використанням технологій **штучного інтелекту (ШІ)** зможе: автоматично оцінювати індивідуальні та колективні дози опромінення; проводити прогнозування змін дозових навантажень у режимі реального часу; забезпечувати персоналізовані рекомендації для населення та працівників потенційно небезпечних об'єктів; інтегруватися з «розумним житлом» та екологічними моніторинговими мережами; сприяти підвищенню екологічної культури населення через цифрові сервіси інформування.

Таким чином, реалізація цього проекту створить основу для побудови **інтелектуальної екосистеми житла і праці людини**, яка не лише підвищить рівень радіаційної безпеки, але й дозволить ефективно управляти техногенним і природним ризиком завдяки аналітичним можливостям ШІ.

Список використаних джерел:

1. Григор'єв К., Григор'єва Л. (2025) Радіоактивні опади з атмосфери та їх радіоекологічний моніторинг в контексті військових дій. *Український журнал природничих наук*. Вип. 2. 2025. С.32–38.

2. Grygorieva L. Bottom sediments of the reservoirs in the lower reaches of the southern bug river as a depot of antropogenic radionuclidesary from chemical and radionuclide pollutants. Selected Papers of the V International Conference on European Dimensions of Sustainable Development, June 1-2, 2023. Kyiv : NUFT, 2023. P. 133-139.

3. Grygoriev K, Grygorieva L, Aleksieieva A. Radioecological monitoring of atmospheric air during military operations Selected Papers of the VI International Conference on European Dimensions of Sustainable Development, May 15–17, 2024. Kyiv : NUFT. P. 454–458.

УДК 504.5:528.8

Тимченко І. В.,
*канд. техн. наук, доцентка, доцентка кафедри
садово-паркового господарства та екології,*
Молодкіна Є. О.,
*студентка,
ДЗ «Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка», м. Миргород, Україна*

ОЦІНКА ДИНАМІКИ ЗАВИСЛИХ СЕДИМЕНТІВ В РІЧЦІ ДУНАЙ В МЕЖАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Річка Дунай є однією з найбільших транскордонних водних артерій Європи, екологічний стан якої має вирішальне значення для економіки та біорізноманіття. В умовах посилення антропогенного навантаження (зокрема, інтенсифікації судноплавства та днопоглиблювальних робіт, як-от проєкт каналу Дунай–Чорне море) та зростаючої частоти екстремальних гідрологічних явищ, спричинених зміною клімату (повені, посухи), моніторинг якості води набуває особливої значущості. Вивчення динаміки завислих речовин (ЗР) на критичних ділянках українського відрізка Дунаю, зокрема поблизу м. Рені, дозволяє ідентифікувати джерела забруднення та оцінити ступінь впливу цих факторів на дельтову екосистему, що є необхідним для розробки ефективних водоохоронних заходів.

Метою роботи є моніторинг вмісту завислих речовин (ЗР) на українському відрізку річки Дунай. Оцінка здійснювалась на основі даних із шести постів спостереження, які охоплюють ключові гідрографічні пункти, включно з районами міст Рені, Ізмаїл, Кілія та Вилкове. Аналітичні дані охоплюють довготривалий період з 2001 по

2025 рр., що дає змогу оцінювати як абсолютні, так і середні сезонні та річні концентрації.

Для класифікації рівня забруднення прийнято нормативний поріг Європейської Водної Рамкової Директиви (EU Water Framework Directive 2000/60/EC), згідно з яким концентрація >50 мг/дм^3 розглядається як підвищена для дельтових екосистем. Для аналізу використовувалися дані з вебсайту «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» [1], доповнені статистичними розрахунками (середні значення, стандартні відхилення) для підвищення наукової обґрунтованості. Дослідження сфокусовано на даних посту моніторингу р. Дунай (163 км, м. Рені, кордон з Румунією).

Проведено аналіз динаміки суспендованих речовин та наведено результати для п. Рені, рис. 1.

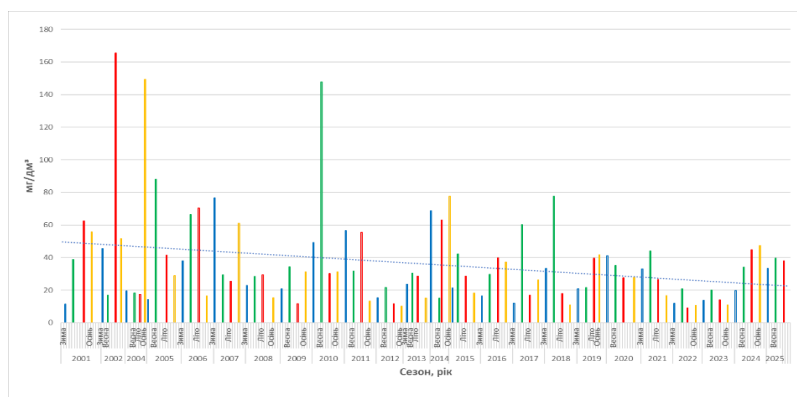


Рис. 1. Сезонні коливання завислих речовин за 2001-2025 рр. На графіку зазначені середні значення завислих речовин за сезон, мг/дм^3 , де: — зима; — весна; — літо; — осінь

Проведено аналіз середніх значення концентрації завислих седиментів за сезонами на посту моніторингу р. Дунай 163 км, м. Рені, кордон з Румунією за вибіркові роки, згруповані за класифікацією перевищення нормативних показників (Нормальне: <50 мг/дм^3 ; Високе: $50-100$ мг/дм^3 ; Екстремальне: >100 мг/дм^3). Проаналізовані дані за період 2001-2025 рр. виявили три випадки екстремальних піків концентрації ЗР (>100 мг/дм^3), що становить приблизно 15% від загальної вибірки.

Зокрема, влітку 2002 року середнє значення $165,45$ мг/дм^3 . Значне перевищення, ймовірно, спричинене масштабом повені 2002 року у верхньому та середньому басейні Дунаю (збитки понад 3,6 млрд €), хвиля

якої досягла нижнього відрізка річки, включаючи Україну. Суттєвий стік з приток (Тиса, Прут) сприяв інтенсивному виносу осаду [2, 3].

Восени 2004 року зафіксовано $49,3 \text{ мг/дм}^3$. Зафіксоване екстремальне значення має прямий кореляційний зв'язок з інтенсифікацією днопоглиблювальних робіт. У травні 2004 року Україною було розпочато будівництво глибоководного каналу Дунай–Чорне море (канал «Бистре») у дельтовій частині (0-18 км) [4]. Активне днопоглиблення, що тривало до відкриття каналу в серпні, спричинило значну ресуспензію донних осадів, підвищивши концентрацію ЗР у нижній течії Дунаю, що мало upstream-ефект, який спостерігався у Рені.

Навесні 2010 року зафіксоване значення $147,8 \text{ мг/дм}^3$. Пікове значення прямо підтверджується повінню у басейні, що призвело до перевищення норми стоку у 1,5-2 рази. Це спричинило зростання ЗР через ерозію ґрунту. Крім того, в цей період могло проводитися регулярне днопоглиблення у портах (включно з Рені).

Інші випадки підвищених концентрацій (наприклад, 2005 весна – $88,1 \text{ мг/дм}^3$; 2014 осінь – $77,5 \text{ мг/дм}^3$ та ін.) можуть бути пов'язані з продовженням робіт по каналу «Бистре» (2004-2006) або регулярним днопоглибленням у порту Рені, що необхідне для підтримки каналу. Наприклад, після 2007 року прохідна осадка була послідовно збільшена, що вимагало постійних робіт. Слід зазначити, що військові дії 2022 року також призвели до інтенсифікації днопоглиблювальних робіт у річкових портах Рені та Ізмаїл, що потенційно впливає на поточні показники.

Проведено аналіз співставлення кількості зависі та витрати потоку у пункті спостереження м. Рені за період доступних спостережень. Дані охоплюють 24 місяці спостережень (з вересня 2023 р. по серпень 2025 р.). Витрати потоку є загальним показником для річки Дунай [5].

Встановлено, що витрати потоку типово варіюються від низьких значень у літньо-осінній період (пов'язаних із посухами) до високих у зимово-весняний період (спричинених таненням снігу та опадами).

Середня витрата потоку у перший рік спостережень ($6088,68 \text{ м}^3/\text{с}$) була вищою, ніж у другому ($4570,58 \text{ м}^3/\text{с}$), що узгоджується з даними про посухи у 2024-2025 роках. Сезонні піки припадають на зиму та весну (максимум у січні-лютому), тоді як мінімальні значення фіксуються влітку та восени (мінімум у липні-серпні). Така динаміка є типовою для басейну річки Дунай, де стік регулюється природними та антропогенними факторами. На рис. 2. наведено кореляційний зв'язок між концентраціями завислих седиментів та витратами потоку в т. порт Рені.

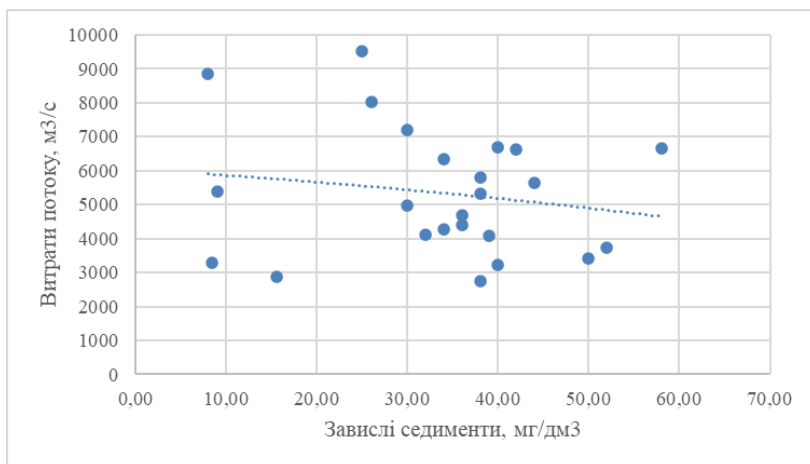


Рис. 2. Кореляційний зв'язок між витратами потоку в річці Дунай та завислими речовинами

За графіком спостерігається позитивний (прямий) кореляційний зв'язок, хоча і не дуже сильний. Висока концентрація завислих речовин (осаду, мулу) часто є результатом інтенсивного виносу матеріалу з усього водозбору (ерозія ґрунту) або підйому осаду з дна. Ці процеси (ерозія та підйом осаду) найчастіше відбуваються під час повеней або сильних паводків. У цей час об'єм води, що протікає через річку (витрата потоку), є максимальним.

Разом із тим, значна кількість точок відхиляються від середнього значення, які значно відхиляються від основного тренду (наприклад, дуже висока концентрація ЗР при відносно низькій витраті потоку), можуть вказувати на неприродні події, як-от днопоглиблювальні роботи, які різко збільшують концентрацію завислих речовин.

Список використаних джерел

1. Державне агентство водних ресурсів України. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. URL : <https://monitoring.davr.gov.ua/>.
2. Суспільне Новини. (2024, Вересень 19). Повінь у Європі : у Будапешті Дунай вийшов із берегів і затоплює вулиці. URL : <https://suspilne.media/839849-povin-u-evropi-u-budapesti-dunaj-vijsov-iz-beregiv-i-zatoplue-vulici-foto/>.
3. Державне агентство водних ресурсів України. (б.д.). Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України

[Електронний ресурс]. URL : <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>.

4. **AgroPolit.** (2020, Квітень 13). *За три місяці проведено днопоглиблювальні роботи об'ємом 700 тис. куб. метрів, – АМПУ.* URL : <https://agropolit.com/news/16055-za-tri-misyatsi-provedeno-dnopolglybuvalni-roboti-obyemom-700-tis-kub-metriv--ampu>.

5. **International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR).** *Danube Hydrogeological Information System (DanubeHIS).* URL : <https://www.danubehis.org/>.

УДК 504.5:528.8

*Тимченко І. В.,
канд. техн. наук, доцентка, доцентка кафедри
садово-паркового господарства та екології,
Стрижак М. С.,
студентка,
ДЗ «Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка», м. Миргород, Україна*

МОНІТОРИНГ НАСЛІДКІВ ПОЖЕЖ ДЛЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ ПРИФРОНТОВИХ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ

Природоохоронні території України під час війни постраждали не лише від обстрілів і бойових дій, а й від масштабних пожеж. За даними UWEC [1], близько 44% природно-заповідного фонду опинилися в зоні бойових дій або є недоступними для контролю, що включає як національні парки, так і заповідники та біосферні території.

Метою даної роботи є аналіз та порівняння наслідків пожеж на природоохоронних територіях півдня та сходу України (Миколаївська, Херсонська, Донецька, Сумська та Харківська області) у 2023-2025 роках, визначення основних чинників їх виникнення, масштабу екологічних втрат та особливостей впливу на різні регіони з подальшим формуванням висновків щодо стану та перспектив збереження цих територій [2]. На рис. 1. наведено статистика пожеж у Миколаївській області [3].

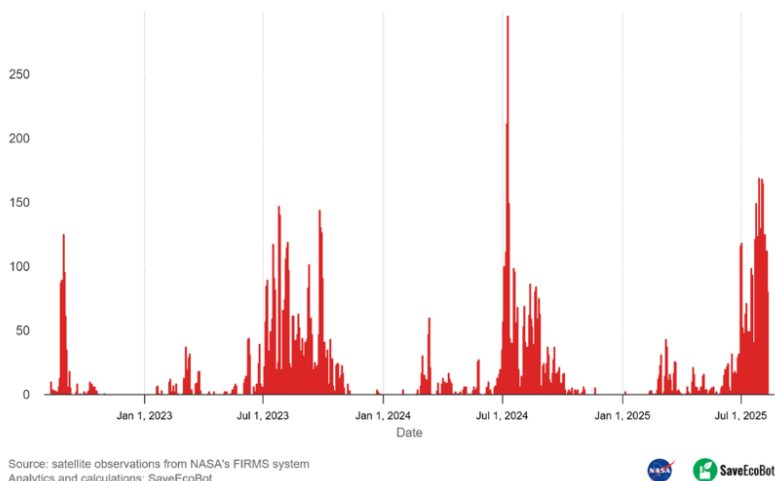


Рис. 1. Діаграма пожеж у Миколаївській області за 2023-2025 рр., джерело SaveEcoBot

Аналіз пожеж на території ПЗФ Миколаївської області за 2023 та 2025 рік показує, що більшість пожеж відбувались на Кінбурнському півострові в межах НПП «Білобережжя Святослава» та РЛП «Кінбурнська коса» [4]. На межі Миколаївської та Херсонської областей значно потерпав від наслідків пожеж Чорноморський біосферний заповідник, зокрема, соснові ліси, змішані ліси. У серпні 2025 року там вигоріло понад 1200 га, що стало найбільшою пожежною подією за три роки. Через це також постраждали степові угіддя, очеретяні зарості та популяції водоплавних птахів. Пожежі у Херсонській області також зачепили території, де розташовані національні парки «Кам'янська Січ», «Нижньодніпровський», «Великий Луг». Після руйнування Каховської ГЕС змінився гідрологічний режим плавнів, що посилює ризик займання в очеретяних і степових екосистемах. Вогонь знищив значну частину луків і лісосмуг, які відіграють важливу роль у збереженні біорізноманіття. У Донецькій області значно постраждали Національний природний парк «Святі Гори» та природний заповідник «Крейдова флора», де внаслідок обстрілів пожежі відбуваються з постійною періодичністю. Це призвело до деградації лісових і степових масивів, загибелі рослинного і тваринного світу, а також руйнування інфраструктури парків.

На рис. 2. наведено карту займання на території України за 2023-2025 рр., отриману за допомогою ресурсу NASA FIRMS [5], яка чітко демонструє лінію фронту.

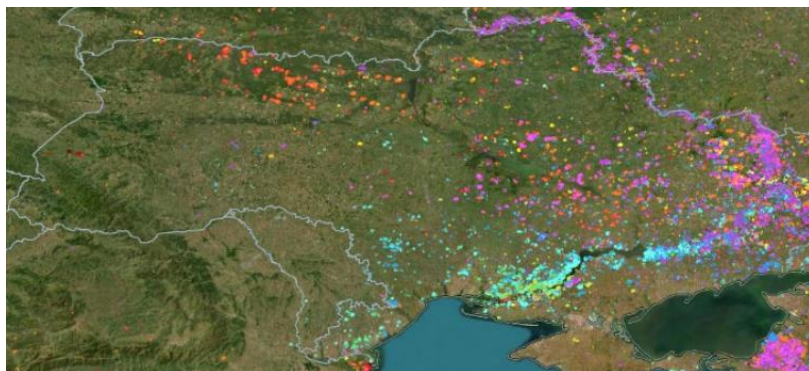


Рис. 2. Пожежі на території України за 2023-2025 рр.
(побудовано в NASA FIRMS)

По лінії фронту від пожеж також потерпають об'єкти ПЗФ Сумської області, зокрема, НПП «Гетьманський» і Деснянсько-Старогутський, Мінна небезпека і близькість до кордону значно ускладнювали обстеження та гасіння вогню, що обмежувало оперативний моніторинг. Пожежі в Харківській області зачепили території, де розташовані НПП «Дворічанський» та «Слобожанський». Значна частина цих природоохоронних зон залишалася недоступною через бойові дії та мінування. Вогонь пошкодив ліси та болота, а обмежений доступ ускладнив облік втрат для біорізноманіття. На рис. 3 наведено карту пожеж, побудовану в Qgis та об'єкти ПЗФ, про які йде мова вище.

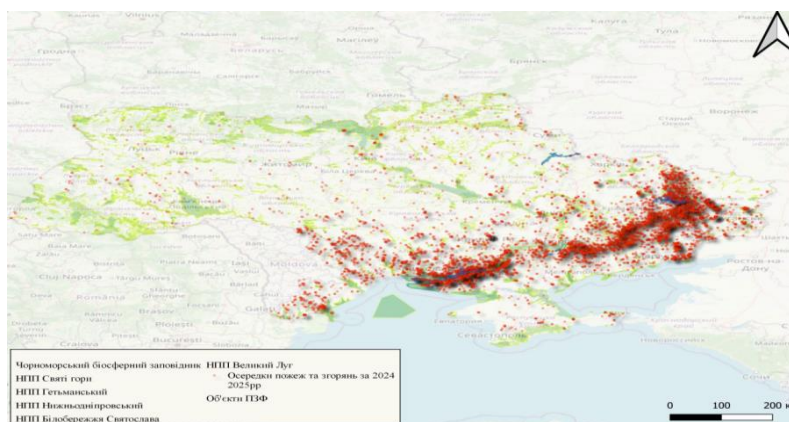


Рис. 3. Карта пожеж за 2023-2025 рр.



Рис. 4. Пожежі за 2023-2025 рр. на півдні України

Порівнюючи наслідків пожеж у природоохоронних територіях півдня та сходу України, можна виділити такі особливості. Найвищий рівень масштабних пожеж і забруднення спостерігається у Миколаївській та Херсонській областях, найчастіше повторювані займання – у Донецькій, дрібні, але регулярні пожежі – у Сумській, а Харківська область має обмежену доступність і локальні забруднення, що ускладнює повний облік наслідків.

Найбільше за площею від пожеж за 2023-2025 роки потерпають об'єкти ПЗФ Миколаївської, Херсонської та Донецької областей.

Дослідження показало, що пожежі завдали значної шкоди екосистемам: знищували ліси, степи та водно-болотні угіддя, спричиняли деградацію ґрунтів, забруднення води та повітря, а також зменшення біорізноманіття. Отже, моніторинг та аналіз пожеж є ключовими для розробки ефективних заходів збереження і відновлення природоохоронних зон.

Список використаних джерел

6. UWEC Work Group. (2024, Січень 30). *Заповідні території та війна: дворічний досвід гуманітарної допомоги* [Електронний ресурс]. Ukraine War Environmental Consequences Work Group. URL : <https://uwecworkgroup.info/uk/protected-areas-and-war-two-years-of-humanitarian-aid/uwecworkgroup.info>
7. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. (2025). *Офіційний вебсайт* [Електронний ресурс]. Міністерство

захисту довкілля та природних ресурсів України. URL : <https://mepr.gov.ua/>

8. SaveEcoBot. (2025, Серпень 25). *Пожежі в Україні: аналітика пожеж* [Електронний ресурс]. SaveEcoBot. URL : <https://www.saveecobot.com/en/analytics/fires>

9. Касьянов, Є. О., Грубий, М. В., Тимченко, І. В., Трохименко, Г. Г. (2024). Аналіз пожеж на Кінбурнському півострові, які виникли в ході російсько-української війни. *Збірник наукових праць НВК*, 4(497). URL : <https://eir.nuos.edu.ua/handle/123456789/10540>

10. NASA LANCE FIRMS. *Fire Information for Resource Management System* [Електронний ресурс]. NASA. URL : <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>

УДК 502.175:502.211](043.2)

*Хозяїнова О. Г.,
студентка спеціальності Е2 Екологія,
Крисінська Д. О.,
канд. техн. наук, доцент б.в.з. кафедри екології,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ПІДТОПЛЕННЯ БОТАНІЧНОГО ЗАКАЗНИКА «ІВАНО-КЕПИНЕ» ВНАСЛІДОК ПІДРИВУ КАХОВСЬКОЇ ГЕС

Вступ

Підрив Каховської гідроелектростанції 6 червня 2023 року став однією з наймасштабніших техногенно-екологічних катастроф у сучасній історії України. Руйнування греблі призвело до різкого зниження рівня води у Каховському водосховищі та одночасного формування потужної хвилі, яка затопила значні території нижньої течії Дніпра та його приток. Особливої шкоди зазнали природоохоронні території Миколаївської області, серед яких – ботанічний заказник місцевого значення «Івано-Кепине».

Цей заказник є унікальним осередком степової флори, що зберігав рідкісні угруповання ковили та інші види, характерні для південного степу України. Підтоплення території спричинило руйнування природних комплексів, які формувалися протягом століть. Мета дослідження: оцінити масштаби екологічних змін у заказнику «Івано-Кепине» за допомогою супутникового моніторингу та визначити основні напрями подальшого відновлення.

1. Характеристика об'єкта

Ботанічний заказник «Івано-Кепине» створено у 1987 році рішенням Миколаївської обласної ради. Його площа становить 25 га, територія розташована на правому березі річки Інгулець, у межах Павлівської сільської ради Снігурівського району [1].



Рис. 1. Розташування ботанічного заказника «Івано-Кепине» (Миколаївська обл.)

Заказник має високу природну цінність, оскільки охоплює фрагменти петрофітно-степових і лучно-степових угруповань. Тут зростають ковила Лессінга, ковила волосиста, ковила українська, а також інші рідкісні види, занесені до регіональних списків охорони. Геологічні умови – піщані та алювіальні відклади – сприяли формуванню унікальних мікробіотопів, які є типовими для пониззя Дніпра та Інгульця.

Таким чином, «Івано-Кепине» виконував роль природного резервату, де зберігалися рідкісні степові екосистеми, що нині перебувають під загрозою зникнення.

2. Матеріали та методи

Для оцінки наслідків підтоплення використано дані дистанційного зондування Землі:

- Sentinel-1 (радарні знімки, поляризація VV+VH) застосовано для ідентифікації затоплених ділянок за допомогою скрипта Flood Mapping;
- Sentinel-2 використано для аналізу стану рослинності за індексом NDVI.

Аналіз охоплював період травень-червень 2023 року, що дозволило порівняти стан території до та після катастрофи.

3. Результати супутникового аналізу

3.1. Масштаби підтоплення

Радарні знімки Sentinel-1 зафіксували затоплення близько 10-15 га території заказника, що становить 40-60 % його площі. Найбільше постраждали південні та східні схили, де вода затримувалася найдовше.

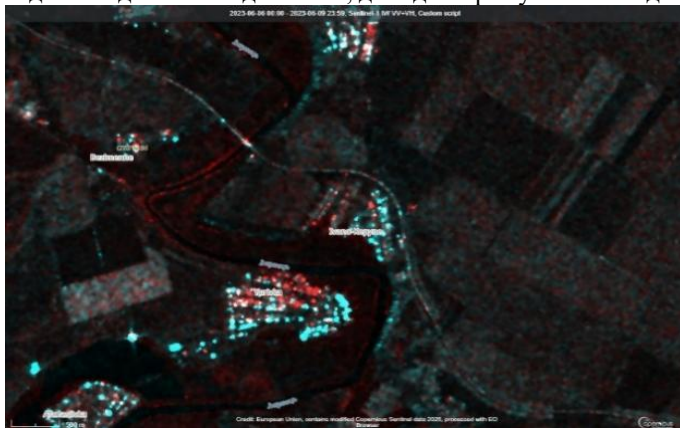


Рис. 2. Картографічна модель затоплення території села «Івано-Кепине» та заповідника станом на 9 червня 2023 року за допомогою спеціального скрипта Flood Mapping With Sentinel-1 [2]

3.2. Зміна вегетаційного покриття

- До катастрофи (травень 2023): NDVI = 0.77-0.81 (густий рослинний покрив).
- 3 червня 2023 року: NDVI = 0.4-0.6 (стабільний літній стан).

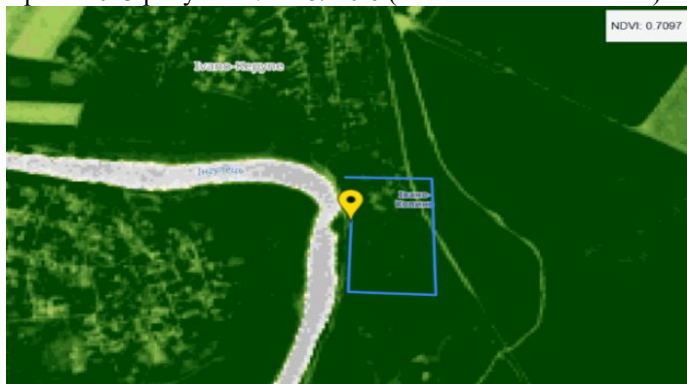


Рис. 3. Інтенсивність рослинного покриття за індексом NDVI на території Івано-Кепине станом на 3 червня 2023 рік (дані супутника Sentinel-2, програма Copernicus) [2].

- 8 червня 2023 року: NDVI = 0.01 (майже повна втрата рослинності).

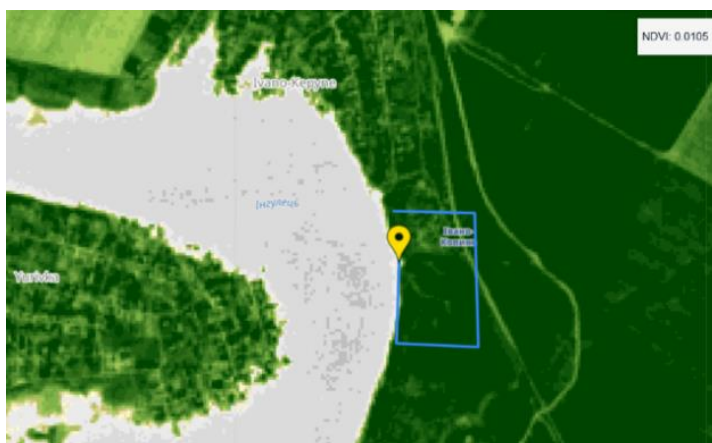


Рис. 4. Інтенсивність рослинного покриття за індексом NDVI на території Івано-Кепине станом на 8 червня 2023 рік (дані супутника Sentinel-2, програма Copernicus) [2]

Це свідчить про загибель більшої частини степових угруповань.

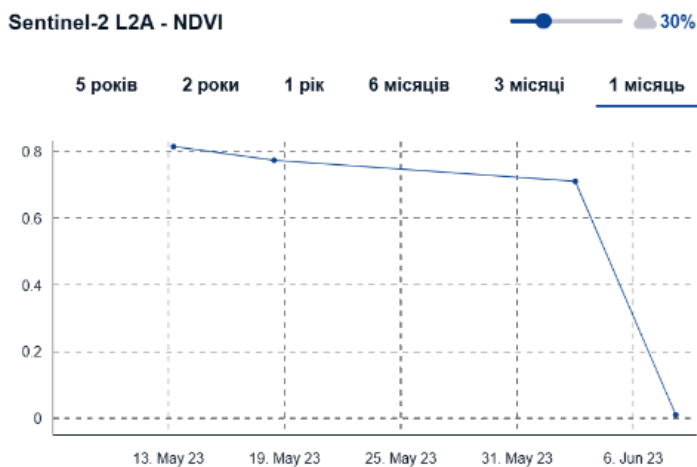


Рис. 5. Динаміка середнього NDVI на території заказника «Івано-Кепине» за травень-червень 2023 року [2]

4. Екологічні наслідки підтоплення

Підтоплення території ботанічного заказника «Івано-Кепине» призвело до масштабної деградації природних комплексів. Тривале перебування степової рослинності під водою зумовило масову загибель трав'янистих угруповань, зокрема ковили Лессінга, ковили волосистої та ковили української, які є характерними для південного степу України. Руїнування кореневих систем і вимивання насіння з поверхневого шару ґрунту значно знизили потенціал природного відновлення флори. Водночас вода вимила верхній гумусовий шар, збіднивши ґрунт на органічні речовини, а після відступу води зросла небезпека вторинного засолення, що може зробити частину території непридатною для степових угруповань. Порушення гідрологічного режиму спричинило формування нових заболочених ділянок, які змінюють баланс між сухими та вологими біотопами й створюють умови для витіснення аборигенної флори більш вологолюбними видами.

Не менш відчутними стали наслідки для фауни. Затоплення знищило місця існування безхребетних, земноводних і птахів, які гніздували на степових схилах, зокрема жайворонків, перепілок і степових журавлів. Втрата кормової бази та руїнування гніздових біотопів призвели до зменшення чисельності багатьох видів і порушення трофічних ланцюгів. Зникнення комах-запилювачів ускладнює відновлення рослинності, а фрагментація екосистеми знижує її стійкість до кліматичних змін. У довгостроковій перспективі існує ризик поширення інвазійних видів, зниження генетичного різноманіття та втрати унікальних степових біоценозів, що формувалися протягом століть. Таким чином, підтоплення запустило ланцюг деградаційних процесів, які можуть змінити екологічний характер заказника на десятиліття [3, 4].

5. Необхідність подальшого моніторингу

Подальший розвиток ситуації в ботанічному заказнику «Івано-Кепине» потребує системного та довготривалого моніторингу. Для цього важливо поєднувати супутникові спостереження з польовими дослідженнями: регулярний аналіз індексу NDVI за даними Sentinel-2 дозволить відстежувати динаміку відновлення рослинності, а радарні знімки Sentinel-1 – контролювати рівень вологості ґрунтів і виявляти потенційні ділянки повторного підтоплення. Не менш значущим є проведення натурних обстежень, які дадуть змогу оцінити реальний стан флористичних комплексів і визначити масштаби втрат біорізноманіття. Отримані результати мають бути інтегровані у регіональну систему екологічного моніторингу, що дозволить

прогнозувати довгострокові наслідки катастрофи та планувати ефективні заходи рекультивації й відновлення природних екосистем.

Висновки

Підри́в Каховської ГЕС у червні 2023 року спричинив масштабне підтоплення ботанічного заказника «Івано-Кепине». Близько половини його території було затоплено, що призвело до різкого зниження NDVI з 0.77–0.81 до 0.01 та загибелі більшої частини рослинного покриву. Підтоплення мало короткочасний, але руйнівний вплив на природні комплекси заказника, порушило рівновагу степових біоценозів і поставило під загрозу унікальні флористичні угруповання. Станом на 2025 рік територія зберігає ознаки глибокої деградації: степові угруповання відновлюються повільно, значна частина площі залишається під впливом вторинного засолення, а флористичне різноманіття істотно збідніло. Популяції рідкісних степових рослин і птахів залишаються критично зниженими, а ризик закріплення інвазійних видів зростає. Наслідки катастрофи мають довготривалий характер і потребують системного моніторингу та активних заходів з екологічної реабілітації.

Таким чином, «Івано-Кепине» є прикладом того, як воєнні дії та техногенні катастрофи можуть знищити унікальні природні комплекси за лічені дні, тоді як їхнє відновлення вимагатиме десятиліть.

Список використаних джерел

1. Природа України. Низка сайтів про природні об'єкти України. URL : <https://nature.land.kiev.ua>
2. Copernicus Open Access Hub. Sentinel-1, Sentinel-2 satellite data [Електронний ресурс]. Європейське космічне агентство (ESA). Режим доступу : <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>
3. Суспільне Миколаїв. Через підняття води в Інгульті постраждав ботанічний заказник «Івано-Кепине», що на Миколаївщині [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://suspilne.media/mykolaiv/526439-cerez-pidnatta-vodi-v-ingulci-postrazdav-botanicnij-zakaznik-ivano-kepine-so-na-mikolaivsini>
4. GreenPost. ДЕІ розрахували збитки, завдані ботанічному заказнику «Івано-Кепине». URL : <https://greenpost.ua/news/dei-rozrahuvaly-zbytky-zavdani-botanichnomu-zakaznyku-ivano-kepyne-i56647>

*Черненко Д. О.,
аспірант кафедри екології,
Крисінська Д. О.,
канд. техн. наук, в. о. доцента кафедри екології,
Григор'єва Л. І.,
д-р біол. наук, професор, завідувач кафедри екології,
ЧНУ імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна.*

ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ ВИСОКОЇ ПОТУЖНОСТІ В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ

Військові часто застосовують електромагнітні засоби для досягнення своїх цілей. У бойових умовах обставини для військовослужбовців є вкрай небезпечними, і дотримання екологічних та санітарних норм часто виходить на другий план. В таких ситуаціях екологічна оцінка може допомогти встановити масштаб екологічного впливу та внести пропозиції щодо його мінімізації. Важливим аспектом є також екологічний моніторинг зон, що піддаються впливу високопотужного електромагнітного випромінювання [1]. Сучасні методи дистанційного зондування та спектрального аналізу можуть виявити зміни в екосистемах на ранніх стадіях. В контексті впливу електромагнітного випромінювання на біологічні системи, актуальним є розробка динамічних моделей взаємодії електромагнітних полів з екосистемами. Це дозволить точніше оцінювати ризики та розробляти ефективні методи профілактики.

На сьогоднішній час військовими активно використовуються радіостанції, розроблені у межах колишнього СРСР, які працюють в КВ (0,3-30 МГц) та УКВ (30-120 МГц) діапазонах. Ці системи використовують амплітудну (АМ) або частотну (ФМ) модуляцію і розміщені в різних конфігураціях: вбудовані в техніку, переносні (але не портативні), а також стаціонарні радіорелейні комплекси. Після 2014 року була ініційована модернізація радіокомунікаційної інфраструктури. З'явилися портативні радіостанції які працюють в діапазонах 144 МГц та 430 МГц. Цифрові радіостанції від таких виробників як Motorola та Hytera використовують протокол Time Division Multiple Access (TDMA), який дозволяє ефективно розподіляти частотний ресурс між декількома користувачами. Системи радіолокації, які використовуються для виявлення та слідкування за аеродинамічними об'єктами, є важливими компонентами військової

інфраструктури. Вони використовують високопотужне електромагнітне випромінювання, яке може відбиватися від металевих поверхонь, забезпечуючи таким чином можливість виявлення та наведення. Системи радіоелектронної боротьби (РЕБ) використовуються для придушення радіозв'язку противника. Ці системи можуть генерувати високопотужне електромагнітне випромінювання в широкому спектрі частот, включаючи направлені випромінювачі для специфічних завдань, таких як блокування сигналів навігаційних систем [2].

З погляду біофізики, інтенсивність електромагнітного випромінювання може бути оцінена як теплова або нетеплова, в залежності від її впливу на біологічні системи. Тепловий ефект відзначається при густині потоку енергії (ГПЕ) понад 7 мВт/см^2 і може викликати загальне нагрівання тканин. Нетепловий ефект, або субтермічна дія, виявляється при ГПЕ близько 1 мВт/см^2 і може включати порушення в роботі ЦНС, CCC та інших систем [3].

Вибір приладу для електромагнітного екомоніторингу залежить від конкретних потреб дослідження: діапазону частот, точності вимірювань, та тривалості моніторингу. Комбінація різних типів приладів може забезпечити найбільш повне та точне вимірювання рівнів електромагнітного забруднення [4]. Спектроаналізатори використовуються для вимірювання характеристик електромагнітних хвиль на різних частотах. Вони можуть допомогти в ідентифікації джерел забруднення та їх характеристик. Датчики електромагнітного поля можуть бути встановлені на довгий період часу для моніторингу електромагнітного випромінювання в певній зоні. Антени та пробі використовуються в комбінації з іншими приладами для збору даних про електромагнітні поля від конкретних джерел.

Software-Defined Radio (SDR) приймачі являють собою гнучкі та вартісно-ефективні інструменти для аналізу електромагнітного спектру. Використання мережі таких приймачів може забезпечити деталізований моніторинг електромагнітного забруднення на територіально розподіленій основі. Використання мережі SDR приймачів для моніторингу електромагнітного забруднення представляє собою перспективний підхід, який може допомогти в розробці ефективних стратегій зменшення цього типу забруднення.

Вплив електромагнітного випромінювання на екосистеми є поки що недостатньо дослідженим аспектом [5]. Використання методів дистанційного зондування та спектрального аналізу може забезпечити раннє виявлення екологічних змін. Специфічні біомаркери можуть служити індикаторами впливу на флору та фауну. Екологічний аспект взаємодії радіокомунікаційних систем та радіоелектронної боротьби з

біосферою вимагає додаткових досліджень та регулятивних заходів. Інтегрований підхід, який включає моніторинг, оцінку ризиків та превентивні заходи, може служити основою для сталого використання цих технологій з мінімальним екологічним впливом.

Список використаних джерел

1. Інтерактивна мапа екологічних наслідків та ризиків бойових дій в Україні. URL : <https://ecodozor.org/index.php?lang=en> (дата звернення: 13.04.2023).
2. The International Institute for Strategic Studies. URL : <https://www.iiss.org/> (дата звернення: 18.04.2023).
3. Климченко В. Й., Тютюнник В. О. Методика визначення ефективного значення потужності оглядових РЛС як джерел безперервного електромагнітного випромінювання URL : http://dintem.com.ua/files/zb_rnik_ukr.pdf (date of access: 16.08.2023).
4. Dumanskyi V. Y., Koziarin I. P., Ivakhno O. P. Electromagnetic fields as an eco-hygienic problem of our time. Environment & health. 2021. Vol. 100 (3). P. 44–48. URL : <http://www.dovkil-zdorov.kiev.ua/env/100-0044.pdf> (дата звернення: 18.04.2022).
5. Голівець, К. В.; Костенко, Огляд електромагнітного забруднення довкілля URL : <http://ir.stu.cn.ua/123456789/24597> (date of access: 16.08.2023).

УДК 502

*Андрєєва Н.Ю.,
здобувач вищої освіти кафедри екології,
ЧНУ імені Петра Могили, Миколаїв, Україна*

ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ЕКОСИСТЕМ ПРИЧОРНОМОР'Я

З погляду сучасної екології, екосистема – головна структурно-функціональна одиниця, єдиний природний комплекс, утворений живими організмами та середовищем існування, в якому живі та неживі компоненти пов'язані між собою обміном речовин, енергією та інформацією [1]. Сучасні екосистеми розподіляються за різними ієрархічними рівнями, починаючи від локальних, і закінчуючи планетарними утвореннями, включаючи біосферу. Локальні системи вже є структурно організованим середовищем зі стійкими внутрішніми та

зовнішніми зв'язками.

До локальних екосистем відносяться і відокремлені морські території українського Причорномор'я: острів Березань, півострів Кінбурнська коса, довгий і вузький острів-коса Тендрівська, острів Зміїний, штучний острів Майський, а також Джарилгач – найбільший острів України та Чорного моря. Структура таких екосистем – це безліч зав'язків та елементів, які мають найважливіше значення для забезпечення енерго-, масо-, та інформаційного обміну не тільки всередині самої екосистеми, але й між нею та навколишнім середовищем, оскільки будь-яка локальна система існує в межах певної великої, і зв'язки між ними є істотними основами їх взаємного розвитку.

У природній ситуації переважну більшість поживних ресурсів для повсякденної життєдіяльності (різноманітні атмосферні ресурси, поживні компоненти, нові види флори і фауни та ін.) малі екосистеми отримують від великих оточуючих їх макросистем. Зазвичай островні біоценози за видовою, просторовою і функціональною структурою значно простіше, ніж материкові, а тому дуже нестійкі і відрізняються слабкою буферністю. Цим пояснюється одна з природних причин вразливості островних біоценозів.

Від антропогенних навантажень локальні екосистеми також стрімко втрачають резистентну стійкість і починають виявляти процеси деградації. Присутність людини на обмежених локальних територіях островів/півостровів Причорномор'я стає неминучою: прикордонники, маячна служба, науковці, відпочиваючі тощо. Поступово обмежена екосистема з природної перетворюється на частково антропогенну або антропогенно-природну, тобто не вдається зберегти всю територію в первісному вигляді. Отже, оцінка стійкості системи до зовнішніх факторів є важливою прикладною проблемою екології.

У процесі еволюції, шляхом пристосування контактуючих природних і антропогенних геосистем, формуються їх відносно стійкі ландшафтно-екологічні взаємовідносини і структури. Але в умовах дуже інтенсивного втручання людської діяльності в природу ця рівновага часто порушується. Військові дії, підтоплення, масштабні пожежі є занадто агресивними антропогенними факторами, що призводять до тотальних порушень в локальних прибережних комплексах.

За ситуацією 2022-25 рр. островні та півострівні території причорноморського регіону суттєво постраждали від шокуєчих впливів на біоценоз. Наприклад, на сьогодні на острові Зміїному знищено всю деревну та чагарникову рослинність, а трав'яний покрив вигорів ущент [2]. На території Кінбурнської коси тільки за вісім місяців 2025 року виникало більше 500 пожеж за причини ведення

військових дій. Додатковими факторами є літня спека та потужні вітри, які розносять вогонь на більші площі. Так, застосовуючи метод колориметричної оцінки наочної топографічної інформації, суттєвих руйнувань зазнало 48% найбільш вразливої, віддаленої від материка території Кінбурнської коси (Рис. 1). Фахівці-екологи вважають, що лісові природні комплекси зможуть відновитися в термін від трьох-чотирьох, і аж до 70 років [3]. За цей час можлива зміна видового складу в екосистемах з наслідками зникнення чи появи певних видів флори і фауни, що може бути проблемою не тільки локальних суходолів, а й прилеглих акваторій. Такі зміни можуть потягнути за собою порушення в усьому Чорноморському регіоні.



Рис. 1. Пошкоджені пожежею території екосистеми Кінбурнської коси.
Джерело: сформовано автором на основі [3].

Наскільки довго може пам'ятати локальний біоценоз сприятливі умови для самовідновлення, в значній мірі, залежить від розмірів території, ситуації на границях системи та темпів впливу оточуючого середовища. В системі починаються динамічні процеси щодо зміни біоценозів та екосистеми в цілому. Згідно із законом Ле-Шательє – Брауна будь-які зовнішні впливи, що виводять систему зі стану рівноваги, викликають у цій системі процеси, що намагаються послабити зовнішній вплив та повернути систему в початковий рівноважний стан.

Треба враховувати, що процес вторинної сукцесії (успадкування) починається зазвичай не з нульових значень, а формується на місці порушеної або зруйнованої екосистеми. І основна відмінність такої сукцесії в тому, що вона протікає незрівнянно швидше первинної. Екосистема відроджується з трав, чагарників або деревних рослин-піонерів на тлі збережених ґрунтів. А, найбільш стрімка вторинна

сукцесія можлива тільки в тих випадках – якщо людина не буде чинити сильний і постійний вплив на екосистему, що розвиваються.

В. І. Вернадський у свій час виділив осередки найбільшої концентрації життя, назвавши їх плівками і згущеннями живої речовини [4]. У наземних екосистемах він виділяв дві плівки живої речовини. Приземна – між поверхнею ґрунту і верхньою межею рослинного покриву товщиною від декількох сантиметрів для пустель, до декількох десятків метрів для лісів. Друга плівка, що найбільш насичена життям – ґрунтова, товщина якої знаходиться в прямій залежності від потужності ґрунтового шару і його багатства гумусом. Земельний покрив природніх комплексів на стику степового суходолу і чорноморського водного простору не можливо назвати занадто родючим, але утворені біоценози створили міцний трофічний ланцюг, що базується на місцевих ґрунтах.

Зазвичай негативні зміни ландшафту починаються з деградації ґрунтів а, потім за ланцюговою реакцією зазнає змін фітоценоз, залежні від нього консументи тощо. Лісові та степові пожежі, що прискорюються чорноморськими бризами, є доволі стрімким. Це дає надію на мінімальну глибинну руйнацію ґрунтової, найбільш насиченої, плівки життя. На одному квадратному метрі ґрунтового шару налічують мільйони комах, десятки і сотні дощових черв'яків і сотні мільйонів мікроорганізмів – це потужний потенціал для відтворення повноцінного розвинутого біоценозу локальної природньої території [5].

За екологічними принципами, в природньому комплексі діє закон одностороннього потоку енергії в біоценозах, згідно з яким енергія, що отримується біоценозом, шляхом ендотермічного фотосинтезу автотрофними організмами-продуцентами разом з їх біомасою передається гетеротрофним організмам-консументам і мікроорганізмами-редуцентам, і напрямок цього енергетичного потоку необоротний і представляється у вигляді екологічної піраміди. Тобто, все взаємопов'язано з усім, тому відновлення компонентів і зав'язків в екосистемі після антропогенного впливу відбувається комплексно, і втручання людини в цей процес повинно бути відсутнім або мінімальним.

Взагалі, фахівці-екологи розраховують, що більш прості екосистеми повинні відновитися за більш короткий термін часу, або замінитися на аналогічні, але більш прості, виходячи з тимчасово обмежених поживних ресурсів системи, з перспективою більш швидкого відновлення (оскільки система пам'ятає первинний шлях захоплення даної території).

Сучасне природокористування на локальних причорноморських територіях – це переважно процес цілеспрямованого використання

природних ресурсів для відпочинку та оздоровлення та людини. Але, сучасна економіка настільки потужна, що повинна створювати нові рекреаційні екосистеми в місцях за вибором людини, надавши тимчасовий спокій природним комплексам, що відновлюються. Це дасть можливість компенсувати пошкоджені існуючі екосистеми додатком нових, і можливість вийти на нульовий результат щодо процесу зникнення біоценозів, а загальна динаміка стане позитивною. Нові екосистеми повинні мати мінімальні розміри щодо забезпечення їх стійкості в умовах більш стійких екосистем, та мати всі складові для утворення та розвитку нового, але характерного до даної місцевості об'єкту.

Список використаних джерел

1. Петлін В.М. Екологічні механізми організації природних територіальних систем / В.М. Петлін. – Львів: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. – 304 с.

2. Андреева Н.Ю. Збереження локальних екосистем при повосенному відновленні територій (на прикладі острову Зміїний), Ольвійський форум–2024: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі: XXI Міжнар. наук. конф.: Радіаційна, техногенно-екологічна та біологічна безпека: стан, шляхи і заходи покращення, 20-23 черв. 2024 р., м. Миколаїв; ЧНУ ім. Петра Могили. С. 153-158. <https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=14821737073918455480&btnI=1&hl=uk>.

3. Мельничук Д. «Вигоріла майже вся»: з початку року на Кінбурнській косі сталося понад 500 пожеж. Інтернет-ресурс: <https://nikvesti.com/news/incidents/309601-z-pochatku-roku-na-teritoriyi-kinburnskoyi-kosi-stalosya-ponad-500-pozhezh>.

4. Вернадський В. І. Вибрані праці / В. І. Вернадський. – Київ : Наукова думка, 1969. – 437 с.

5. Воронков Н. А. Екологія загальна, соціальна, прикладна: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – М.: Лгар., 1999 – 424 с. <https://ibib.ltd.ua/ekologiya-obschaya-sotsialnaya-prikladnaya.html>.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ: ЕКОЛОГІЯ

<i>Григор'єва Л.І.</i> Особливості та відмінності освітньо-наукової програми екологія у ЧНУ імені Петра Могили.....	3
<i>Боженко А.Л.</i> Інтеграція екологічної й безпекознавчої освіти під час війни.....	7
<i>Веселовський Д.М., Григор'єва Л. І., Макарова О.В.</i> Радіємність Південного Бугу в світі проблеми екологічного нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище.....	9
<i>Григор'єв К.В., Алексєєва А.О.</i> Екологічні практики для транспортної системи міської агломерації.....	15
<i>Іванова С.М., Мітрясова О.П., Чвир В.А.</i> Оцінювання ресурсного потенціалу відходів від руйнувань на прикладі ТГ Миколаївської області.....	20
<i>Ковальська О.І., Мітрясова О.П.</i> Еколого-економічні наслідки руйнувань водопостачальної інфраструктури в Україні під час воєнних дій.....	22
<i>Мац А.Д., Мітрясова О.П.</i> Assessment of oxygen dynamics in surface waters of the Southern Buh river basin.....	26
<i>Остапенко В.В., Григор'єва Л. І., Макарова О. В.</i> Вищі водяні рослини у формуванні радіаційної ємності водойм.....	28
<i>Патрушева Л.І., Брусь І.М.</i> Просторово-часовий аналіз сезонних температур в Україні.....	31
<i>Smyrnov V., Niepieina G.</i> The system of life safety during wartime: contemporary challenges, risks, and response strategies.....	35
<i>Стеценко Д., Григор'єва Л.І.</i> Розроблення концепції побудови штучної екосистеми житла праці людини із застосуванням систем штучного інтелекту.....	38
<i>Тимченко І.В., Молодкіна Є.О.</i> Оцінка динаміки завислих седиментів в річці Дунай в межах Одеської області.....	40
<i>Тимченко І.В., Стрижак М.С.</i> Моніторинг наслідків пожеж для природоохоронних територій прифронтових областей України.....	44

Хозяїнова О.Г., Крисінська Д.О. Оцінка екологічних наслідків підтоплення ботанічного заказника «Івано-Кепине» внаслідок підризу Каховської ГЕС.....48

Черненко Д.О., Григор'єва Л.І., Крисінська Д.О. Екологічний аспект моніторингу електромагнітних випромінювань високої потужності в умовах воєнних дій.....54

Андрєєва Н.Ю. Шляхи відновлення локальних екосистем Причорномор'я.....56

ДЛЯ НОТАТОК

Редактор *К. Карпова*. Комп'ютерна верстка *О. Михайлова*.
Друк *С. Волинець*. Фальцювальню-палітурні роботи *О. Мішалкіна*.

Підп. до друку 12.11.2025.
Формат 60 × 841/8. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 3,7. Обл.-вид. арк. 2,9.
Тираж 10 пр. Зам. № 7130.

Видавець і виготовлювач: ЧНУ ім. Петра Могили.
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50–03–32, 8 (0512) 76–55–81,
e-mail: rector@chmnu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.2020.