

Осінній період характеризується зменшенням значень індексу NDVI. Мінімальні значення відмічаються у листопаді (0,13), максимальні — вересні (0,32). Середнє значення індексу NDVI дорівнює 0,46, що відповідає розвиненій рослинності. В цей період збільшується просторова мінливість рослинності, що пов'язано зі зменшенням рівня підтоплення території та температури повітря, що призводить до різної швидкості завершення вегетаційного періоду.

Результати проведених досліджень показують, що використання вегетаційного індексу NDVI дає змогу простежити сезонні зміни в рослинних угрупованнях. Загальні особливості багаторічної динаміки вегетаційного індексу NDVI зберігаються протягом низки років, але середні місячні значення істотно різняться залежно від співвідношення агрокліматичних чинників - температури, опадів, відносної вологості. Використання космічних знімків дає змогу значно скоротити виконання наземних експериментальних робіт і оперативно проводити великомасштабне картографування особливо охоронюваних і природно-техногенних територій.

Робота виконана за бюджетною програмою КПКВК 6541230 «Підтримка пріоритетних для держави наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок» конкурсної тематики «Розроблення технології мінімізації екологічних ризиків в умовах кліматичного та спричиненого війною дефіциту води для забезпечення продовольчої та біологічної безпеки України» в Розділі 1. Розробка технології мінімізації екологічних ризиків в континентальних гідроекосистемах України, які найбільше потерпають від дефіциту вод, що сформувався в наслідок кліматичних змін та спричинений воєнними діями».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Кольвенко В.В., Долгов Ю.А., Ершов Л.А., Гиренко В.А. (2019) Исследования полноводности реки Днестр за последние 136 лет по данным гидрологического поста Бендеры. *Hydropower impact on river ecosystem functioning. Proceedings of the International Conference. Tiraspol, Moldova, October 8-9, Eco-TIRAS, Тирасполь*. С. 170–175.

Dvoretzkiy T. V. (2024) Use of Remote Sensing Data to Assess the Effects of the Floodplain Vegetation Burning in the Lower Dniester National Park (Odesa Region) *Hydrobiological Journal* Volume 60, Issue 3, 2024, pp. 45-55.

Dvoretzkiy T. V., Gubanov V. V. (2023) Seasonal Dynamics of Vegetation in the Wetlands of the Lower Dniester NNP Based on Remote Data from the Landsat-8 Satellite *Hydrobiological Journal* Volume 59, Issue 1, 2023, pp. 3-15.

УДК 504.064:556.18:502.7

Р. Є. ЛЮБЧИКОВ

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
вул. Гетьмана Полуботка, 53, Чернігів, 14017, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ЧЕРЕЗ ПОСИЛЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО ТИСКУ НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Водні екосистеми відіграють важливу роль у підтримці екологічної рівноваги та забезпеченні життєдіяльності багатьох видів, включаючи людину. Проте, зі зростанням антропогенного впливу, включаючи індустріалізацію, урбанізацію та сільське господарство, водні екосистеми стають дедалі вразливішими до техногенних загроз.

Зміни клімату, забруднення, нераціональне використання водних ресурсів та інші форми впливу людини можуть суттєво порушувати структуру та функціонування водних екосистем (Лукаш, 2012, 2016). Сучасні методи оцінки природно-техногенної безпеки водних екосистем часто не враховують повною мірою складну взаємодію між природними і техногенними факторами. Це створює необхідність розробки та впровадження нових методів оцінки, які дозволяють більш точно прогнозувати наслідки антропогенного тиску та вчасно вживати заходів для зменшення його негативного впливу.

Актуальність даного дослідження обумовлена збільшенням антропогенного тиску на водні екосистеми, що призводить до погіршення їх стану та загроз природній рівновазі. Сучасні виклики, такі як зміна клімату, глобальне потепління, забруднення вод, а також надмірна експлуатація водних ресурсів, вимагають розробки нових підходів до моніторингу та оцінки безпеки водних екосистем. Введення новітніх методів, що враховують як природні, так і техногенні чинники, є критично важливим для забезпечення сталого розвитку та охорони водних ресурсів (Аравін, 2020). Застосування нових методів оцінки дозволить не лише більш точно діагностувати екологічні проблеми, але й прогнозувати їх розвиток, що сприятиме підвищенню ефективності заходів з охорони та відновлення водних екосистем.

Метою дослідження було окреслити основні перспективи використання нових методів оцінки природно-техногенної безпеки водних екосистем.

Екологічні проблеми водних екосистем пов'язані з надмірним вилученням води та скиданням забруднюючих речовин у водойми. Господарська діяльність суттєво порушує природні процеси, викликаючи дисбаланс у водних об'єктах, що негативно впливає на розвиток та функціонування мешканців водойм. Тривале техногенне навантаження знижує здатність водних екосистем до саморегуляції та очищення від забруднювачів антропогенного походження (Яковенко, 2017). Як результат, погіршується здатність водойм до самоочищення, знижується якість води, а також зменшується різноманітність гідробіонтів.

У цьому контексті зростає необхідність застосування біоіндикаційних методів для оцінки природно-техногенної безпеки водних екосистем. Біоіндикація дозволяє точно відобразити рівень техногенного впливу на водойму, враховуючи комплексність забруднення та синергетичний ефект поллютантів. Завдяки цьому методу можна на ранніх стадіях виявити зміни в найбільш чутливих компонентах біотичних угруповань, спричинені дією забруднювачів, та оцінити потенційні наслідки їх постійного впливу на водну екосистему (Ячна, 2019).

Застосування фітопланктону як видів-індикаторів дозволяє найточніше оцінити здатність водойм до самоочищення та трансформації забруднюючих речовин в умовах постійного техногенного навантаження. Тому використання основних характеристик фітопланктону для оцінки природно-техногенної безпеки водних екосистем набуває особливої актуальності.

Сучасні екологічні виклики вимагають удосконалення підходів до оцінки природно-техногенної безпеки водних екосистем. Традиційні методи моніторингу часто не дозволяють адекватно відобразити складний вплив антропогенних факторів на водне середовище. Впровадження нових методів оцінки, таких як біоіндикація, мультидисциплінарні підходи та використання сучасних технологій, відкриває нові перспективи для захисту водних екосистем.

Одним із найбільш перспективних напрямків є застосування біоіндикаційних методів, які дозволяють оцінити стан екосистем на основі реакцій живих організмів,

таких як фітопланктон, макрофіти або риби, на вплив забруднювачів (Тюпока, 2023). Ці методи забезпечують точніші дані про екологічний стан водойм і дозволяють виявляти ранні ознаки деградації, що дає можливість своєчасно вживати заходів щодо збереження екосистем (Мехед, 2023).

Іншою перспективною технологією є використання геоінформаційних систем (ГІС) для моделювання та прогнозування екологічного стану водних об'єктів. Поєднання просторових даних із результатами моніторингу дає можливість створювати карти ризиків та розробляти стратегії управління водними ресурсами на основі точних прогнозів.

Крім того, застосування сучасних сенсорних технологій для безперервного моніторингу водного середовища дозволяє збирати великі обсяги даних у режимі реального часу, що підвищує ефективність виявлення забруднень і реагування на них.

Важливою перспективою є розвиток інтегрованих підходів, які об'єднують біоіндикацію, моделювання, моніторинг та оцінку ризиків у єдину систему. Такий комплексний підхід дозволить враховувати не тільки поточний стан екосистем, але й їхню динаміку під впливом різних факторів, що значно підвищить ефективність заходів з їхньої охорони.

Загалом, перспективи використання нових методів оцінки природно-техногенної безпеки водних екосистем полягають у підвищенні точності, оперативності та ефективності екологічного моніторингу, що є ключовим для збереження біорізноманіття та сталого управління водними ресурсами в умовах зростаючого антропогенного тиску.

В умовах зростання антропогенного тиску на водні екосистеми впровадження нових методів оцінки природно-техногенної безпеки є важливим кроком для забезпечення їхнього сталого функціонування. Нові підходи до оцінки повинні включати комплексний аналіз природних і техногенних факторів, що впливають на водні екосистеми, з метою своєчасного виявлення та попередження негативних наслідків. Впровадження нових методів оцінки дозволить підвищити ефективність моніторингу водних екосистем і забезпечити їхню захищеність від негативного впливу антропогенних факторів. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на адаптацію цих методів до конкретних екосистем та їх інтеграцію в національні та міжнародні програми з охорони водних ресурсів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Аравін П. А., Мехед О. Б. (2020). Токсичний вплив фосфоровмісних поллютантів на біоту водойм. *Крок у науку: дослідження у галузі природничо-математичних дисциплін та методик їх навчання* : Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих учених. Чернігів : НУЧК імені Т. Г. Шевченка. С. 11

Лукаш О.В., Сапегін Л.М., Кирієнко С.В., Лукаш І.М., Дайнеко М.М., Тимофєєв С.Ф. (2012). Стан прибережно-водних екосистем на рекультивованих примостових ділянках Чернігівської і Гомельської областей у прикордонній смузі з Брянською обл. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. № 1. С. 121–127.

Мехед О. Б., Кирієнко С. В. (2023). Синтаксономічний склад та аналіз забрудненості важкими металами прибережно-водної та водної рослинності екосистем заплави річок Снов, Ревна, Ірпа в межах Чернігівської області. *Український журнал природничих наук*, № 6. С. 7-17

Тюпова Т., Ткаченко Г., Мехед О., Курхалюк Н. (2023). Відповіді на оксидаційний стрес у наземних молюсків як біомаркери для оцінки впливу токсикантів. ВНТ: *Biota, Human, Technology*. No1. С. 41-51.

Яковенко Б. В., Третяк А. П., Мехед О. Б., Хайтова А. Д., Симонова Н. А. (2017). Вплив ксенобіотиків на активність антиоксидантної системи в тканинах коропа. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія*, № 2 (69). С. 76-80

Ячна М. Г., Мехед О. Б., Третяк О. П., Яковенко Б. В. (2019). Вміст фосфоліпідів у тканинах коропа лускатого (*Suvarinus carpio* L.) за дії натрій лаурилсульфатвмісного та безфосфатного синтетичних миючих засобів. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка. Серія : Біологія*. Тернопіль, № 2 (76). С.48-52.

Lukash O., Kurpych O., Karpenko Yu., Sliuta A., Kyrienko S. (2016). Dynamics of riverbank ephemeral plant communities in the Stryzhen' river estuary (Chernihiv, Ukraine). *Ecological Questions*. №24. P. 27 – 35.

УДК 504.4.054

Д.В. ЖУРАВЛЬОВ, Н.Б. ЄСПОВА

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
проспект Науки, 72, Дніпро 49045, Україна

БІОТЕСТУВАННЯ ВОДИ КАМ'ЯНСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА В ЗОНІ ВПЛИВУ ПОЛТАВСЬКОГО ГІРНИЧОЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ

У гірничодобувній промисловості утворюється велика кількість стічних вод, які містять важкі метали та інші токсичні речовини. У випадках, коли вода скидається у водойми без попередньої очистки, створюються серйозні проблеми для навколишнього середовища (Трахтенгерц, 2012).

Екологічний ризик природним екосистемам становлять відходи гірничозбагачувальних комбінатів (так звані «хвости» збагачення залізних руд). Хвостосховища містять різні токсичні речовини, в тому числі важки метали, які, потрапляючи у водне середовище, можуть накопичуватись у різних компонентах екосистеми (Антоняк, 2015).

Метою нашої роботи була оцінка впливу стічних вод Полтавського гірничозбагачувального комбінату (ГЗК) на стан якості води Кам'янського водосховища шляхом біотестування на токсичність.

Полтавський ГЗК має повний технологічний цикл – від видобутку сирової руди до виробництва залізородних окатишів – підготовленої сировини для металургійних заводів. Сировинною базою комбінату є два родовища Кременчуцької магнітної аномалії (Горішнеплавнінський і Лавриківський), що розробляються кар'єром Дніпровського рудника.

Дослідження проводили влітку 2023 р. Проби води для біотестування відбирали на 3-х станціях Кам'янського водосховища в районі м. Горішні Плавні: за 500 м до Полтавського ГЗК (точка 1), в зоні впливу стічних вод (точка 2) та за 500 м нижче зони впливу стічних вод (точка 3).

Біотестування проводили за класичною методикою (Методи гідроекологічних досліджень, 2006). Для біотестування використовували дафній у віці до 24 годин, яких розсаджували в ємності об'ємом 100 мл. Кожну повторність поміщали по 10 екземплярів рачків. Тривалість експерименту складала 96 годин. У контрольних та