

ОЦІНКА СТАНУ ТА ФІТОРЕМЕДІАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНИХ ГІДРОЕКОСИСТЕМ МАЛИНЩИНИ

Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Кірейцева Г.В., Демчук Л.І., Скиба Г.В., Вовк В.М.
Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир
ke_miyu@ztu.edu.ua, gef_kgv@ztu.edu.ua, ke_dlm@ztu.edu.ua,
skybagalya26@gmail.com, vovkvadim1983@gmail.com

Стаття присвячена впровадженню принципів оцінки стану водних об'єктів за Водною Рамковою Директивою ЄС (ВРД). Імпактний моніторинг стану малих річок відіграє критично важливу роль при створенні умов для стійкого збереження та відновлення екосистем, забезпеченні цілей сталого розвитку (особливо №6 та №14) та охороні здоров'я людей. Малі річки часто є домівкою для унікальних видів рослин та тварин. Моніторинг дозволяє виявляти зміни в екосистемі раніше, ніж це призведе до непоправних наслідків для місцевого біорізноманіття. Малі річки можуть використовуватися для побутових потреб, сільського господарства або промисловості. Якість води в них впливає на здоров'я людей та ефективність використання води в господарській діяльності. Моніторинг дозволяє своєчасно виявляти джерела забруднення, що допомагає приймати заходи для їх усунення. Дослідження малих річок може допомогти в розумінні того, як глобальні зміни клімату впливають на локальні водойми. Малі річки можуть мати значущий вплив на місцеві спільноти, забезпечуючи їх робочими місцями, рекреаційними можливостями та іншими соціально-економічними перевагами. Результати моніторингу можуть використовуватися для підвищення обізнаності громади про стан місцевого довкілля та стимулювання участі громадян у захисті природних ресурсів. Варто підсумувати що, імпактний моніторинг малих річок є ключовим інструментом у прийнятті раціональних рішень щодо управління водними ресурсами, збереження природних екосистем і забезпечення благополуччя місцевих спільнот. Досліджено екологічний стан та рівень антропогенної трансформації основних річок Малинської територіальної громади за принципами ВРД, поєднання гідробіологічних, гідрохімічних та картографічних показників. Здійснена аутофітоіндикаційна оцінка стану річок Ірші та Здривлі, фітоценотичний опис рослинності біля джерел техногенного забруднення. Було проведено гідрохімічний аналіз води на досліджуваних ділянках річок за такими показниками, як мінералізація води, рН, вміст кисню. Дисперсійний аналіз даних (σ^2 від 0,25 до 0,37) свідчить що значення досліджуваних показників на всіх ділянках наближені до середнього значення та відповідають існуючим санітарним нормам. У роботі обґрунтовано принциповість проведення імпактного моніторингу за комплексом різнотипних показників для водних об'єктів. Виконані дослідження сприяють впровадженню системи раціонального використання та адекватного управління гідромережею Малинської територіальної громади. *Ключові слова:* Водна Рамкова Директива, антропогенна трансформація, біоіндикація, гідрохімічний аналіз, фіторемедіація.

Evaluating the condition and phytoremediation potential of anthropogenically transformed hydroecosystems of the malyn district. Tsyhanenko-Dziubenko I., Kireitseva H., Demchuk L., Skyba G., Vovk V.

The article is devoted to the implementation of the principles of assessing the state of water bodies according to the EU Water Framework Directive (WFD). Impactful monitoring of the state of small rivers plays a critical role in creating conditions for sustainable conservation and restoration of ecosystems, achieving the Sustainable Development Goals (especially Sustainable Development Goals 6 and 14) and protecting human health. Small rivers are often home to unique species of plants and animals. Monitoring allows for the detection of changes in the ecosystem before they lead to irreparable consequences for local biodiversity. Small rivers can be used for domestic purposes, agriculture or industry. The quality of water in them affects human health and the efficiency of water use in economic activities. Monitoring allows timely identification of sources of pollution, which helps to take measures to eliminate them. The study of small rivers can help in understanding how global climate change affects local water bodies. Small rivers can have a significant impact on local communities, providing jobs, recreational opportunities and other socio-economic benefits. Monitoring results can be used to raise community awareness of the local environment and encourage citizen participation in protecting natural resources. To summarise, impact monitoring of small rivers is a key tool in making rational decisions on water management, conservation of natural ecosystems and ensuring the well-being of local communities. An auto-phytoindicative assessment of the condition of the Irsha and Zdryvlya rivers, a phytocoenotic description of the vegetation near the sources of man-made pollution was carried out. A hydrochemical analysis of water was carried out in the studied sections of the rivers according to indicators such as water mineralization, pH, and oxygen content. The variance analysis of the data (σ^2 from 0,25 to 0,37) shows that the values of the studied indicators in all areas are close to the average value, and comply with existing sanitary standards. The paper substantiates the principles of conducting impact monitoring based on a complex of various indicators for water bodies. The conducted studies contribute to the implementation of the system of rational use and adequate management of the hydroelectric network of the Malin Territorial Community. *Key words:* Water Framework Directive, anthropogenic transformation, bioindication, hydrochemical analysis, phytoremediation.

Постановка проблеми. У зв'язку з бурхливим розвитком промисловості, транспорту, посиленням процесів урбанізації та глобалізації у всьому світі все більше загострюється проблема охорони навко-

лишнього середовища. У більшості промислово розвинених регіонів надмірне забруднення води, повітря та ґрунтів негативно впливає на здоров'я та працездатність населення. Особливої актуальності

нашого часу набуває проблема використання запасів прісної води, головним джерелом якої є річки. Із одного боку, річки відіграють важливу роль у загальному кругообігу води в природі, з іншого – мають величезне економічне та соціальне значення. Їхня чистота значною мірою впливає на умови проживання людей. Ведення моніторингу басейнів малих річок в Україні регламентовано галузевим нормативом. Останнім часом інтенсифікованим джерелом забруднення поверхневих вод стала розробка родовищ (переважно нерудних). Посилення антропогенного впливу на водойми, водотоки та водозбірні ландшафти призвело до порушення умов формування стоку, гідрологічного режиму та зниження самовідновного потенціалу водних об'єктів.

Унаслідок забруднення різнотипних водойм та водотоків токсикантами та ксенобіотиками, які надходять із атмосфери шляхом осадження дрібнодисперсного пилу та аерозолів, у першу чергу сполуками сульфуру та нітрогену, може значно підвищитись їх кислотність і, як наслідок, порушення рівноваги гідролого-гідрохімічного режиму.

Тому метою дослідження було здійснити комплексну оцінку стану різнотипних водних об'єктів Малинської територіальної громади (далі Малинська ТГ) за принципом Водної Рамкової Директиви ЄС та з'ясувати рівень антропогенної трансформації гідромережі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Екологічний стан – поняття, що немає однозначного тлумачення. Утім не можна обійти Водну Рамкову Директиву 2000/60/ЄС – документ [4], підписаний Урядом України, що покликаний наблизити вітчиз-

няні нормативи оцінки стану гідромережі та якості водного середовища до західноєвропейських. За Водною Рамковою Директивою (ВРД), екологічний стан водойм (власне водойм та водотоків) – це сукупність біотичної (її ще називають біологічною), гідроморфологічної (гідргеологічної) та гідрохімічної (ширше фізико-хімічної) складових. Відповідне оцінювання здійснюється за даними моніторингу (різнотипного), який має стосуватися всіх трьох перелічених складових, а саме біологічної, морфологічної та фізико-хімічної [4]. Малі річки формують ресурси, гідрохімічний режим та якість води середніх та великих річок, створюють природні ландшафти великих територій, тому їх екологічний стан і моніторинг мають велике значення [5, 10]. Існує і зворотний зв'язок – функціонування басейнів малих річок визначається станом регіональних ландшафтних комплексів [6].

На Житомирщині площі водних об'єктів становлять 128,8 тис. га (4,3% території області). В області налічується 43 водосховища. На даний час ряд водосховищ об'ємом понад 1,0 млн. м³ залишаються у списках ставків через відсутність будь-якої технічної документації на них. Технічний стан 16 водосховищ незадовільний. Вони мають аварійні гідровузли [7, 8, 13].

Значна частина водоймищ через аварійний стан гідровузлів несуть серйозну небезпеку виникнення надзвичайних ситуацій, у разі яких можуть бути затоплені населені пункти та угіддя [5].

Річки Ірша та Здривля відносяться до гідрологічних об'єктів Малинської територіальної громади (рис. 1).

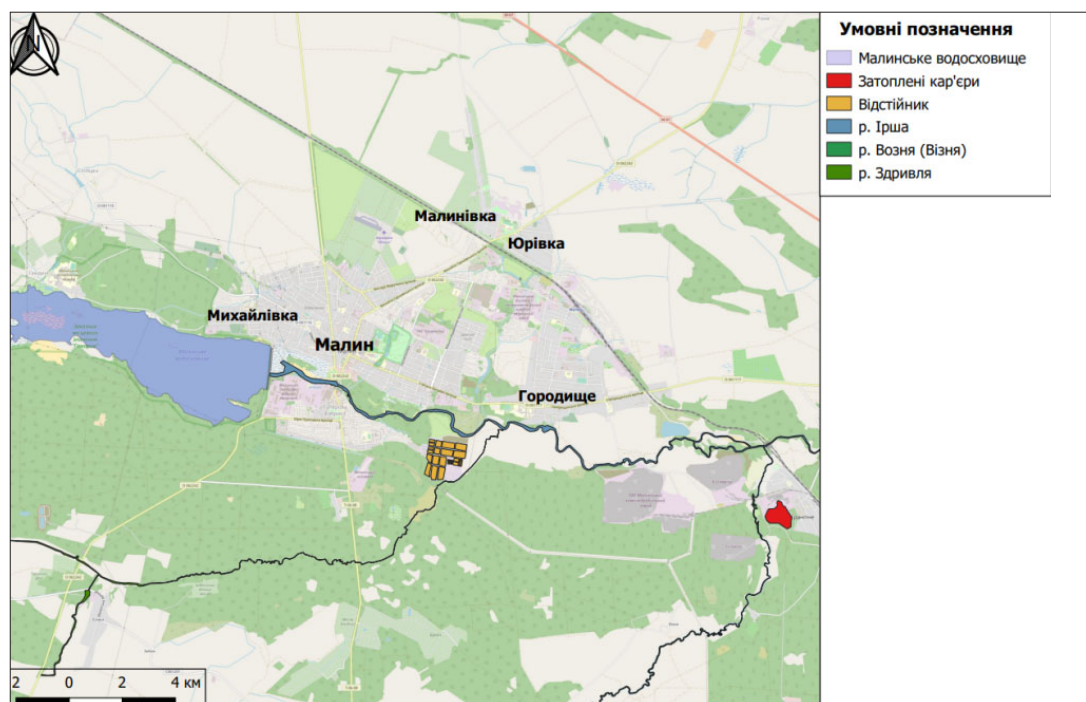


Рис. 1. Основні гідрологічні об'єкти Малинської територіальної громади

Річка Ірша є лівою притокою річки Тетерів. Протікає в Житомирському, Коростенському районах та частково в Київській області. Бере початок поблизу с. Івановичі Житомирського району, впадає у р. Тетерів поблизу села Стасева Малинської ТГ Житомирської області. Загальна довжина річки 136 км, глибина – від 30 см до 4,5 м, площа басейну 3370 км². В 70-х роках ХХ ст. на річці побудовано Малинське водосховище площею 740 га, об'ємом 12,5 млн. м³. Вода з Малинського водосховища надходить у водогін міста, використовується для технологічних потреб промислових підприємств (рис. 1) [5, 13].

Річка Здривля є правою притокою річки Ірші. Протікає у Малинській ТГ Житомирської області. Бере початок у болотистих місцевостях с. Тарасівка на висоті 172 м. Протікає через інші населені пункти. Річка має важливе значення в розвитку та веденні господарства Малинської ТГ (рис. 2).

Інтенсивне промислове та побутове забруднення, розорювання та гідротехнічні меліорації водозборів, знищення лісів у долинах річок, замулення русел внаслідок ерозії ґрунтів, необмежене використання біоресурсів та інші фактори призводять до деградації малих річок, та до повного їх зникнення.

Матеріали, методи та методики дослідження. За період проведення дослідження було здійснено 4 експедиції в межах р. Ірші та Здривлі. Було дослі-

джено 8 джерел забруднення водного середовища даних річок та здійснено 12 фітоценотичних описів. Джерела промислового забруднення водних об'єктів було зареєстровано. У дослідженні 12-ти ділянок входили такі складові ланки: гідрохімічний аналіз води, фітоценотичний опис рослинності. Було визначено більше 20 видів вищих водних рослин.

Геоботанічні дослідження здійснювали за загальноприйнятою методикою [9, 12]. Аутфітоіндикація – використання окремих рослин (в основному едіфікаторів або «будівників» угруповань та домінантів, тобто тих видів, проєктивне покриття яких – найбільше) як індикаторів (оскільки кожен вид має особливу екологічну амплітуду, то зростання певного виду характеризує екотоп) [6]. Гідрохімічні властивості водою вимірювали в польових умовах за допомогою портативних приладів: водневий показник – за допомогою рН-метра РН-107, загальну мінералізацію – за допомогою TDS Meter TDS-2. Вміст кисню в дослідних пробах води, після попередньої фіксації одразу після відбору 40%-вим MnCl₂ та 30%-вим NaOH, вимірювали в лабораторних умовах за методом Вінклера [3]. Дані вважалися достовірними (за t-критерієм Стьюдента) за рівня значущості $p \leq 0,05$. Кількість біологічних повторів та аналітичних повторностей у досліді – не менше трьох. Для аналізу отриманих показників цього річного експедиції було використано метод непрямой ординації.

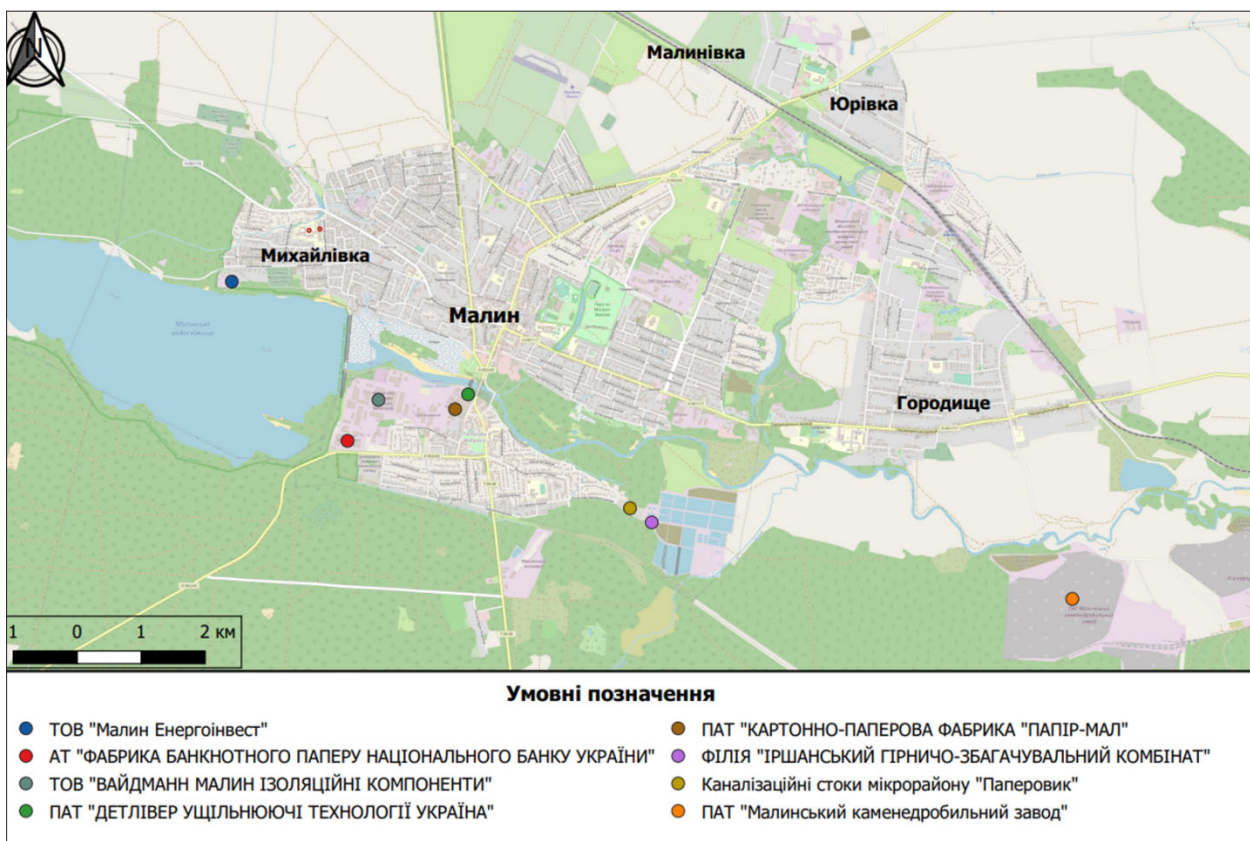


Рис. 2. Головні прирічкові виробничі комплекси Малинської територіальної громади

Результати досліджень та їхнє обговорення. Характеристика стану вищої водної рослинності річок Ірші та Здривлі. Перший опис рослинності було здійснено біля місця скидання промислових стічних вод підприємства ТОВ «Малинська фабрика спеціального паперу». Вода, що надходила з труби прямо в річку біля міської греблі була прозорою, але мала неприємний запах та за напрямом течії води спостерігалось осідання осаду цегляного кольору. На досліджуваній ділянці мав місце мул того ж забарвлення. Видове різноманіття водної рослинності на даній ділянці налічує лише 5 видів. Домінує з проективним покриттям 60% *Ceratophyllum demersum* L. Також він є едифікатором в даному угрупованні. Через близькість до місця виведення промислової води середній показник життєвості усіх видів сягає 2,6 за 5-ти бальною системою, що відповідає видам з повним циклом розвитку, нормальним ростом, які за таких умов квітують та плодоносять.

Другий опис рослинності було здійснено за 500 метрів вище по течії від місця виведення промислових стоків ТОВ «Малинська фабрика спеціального паперу». Вода була прозорою, на досліджуваній ділянці присутній мул темно-сірого кольору. Тут було виявлено 8 видів макрофітів. На ділянці переважає надводна рослинність, хоча домінантним видом в фітоценозі виступає *C. demersum* із проективним покриттям 70%. Середній показник життєвості рослин сягає близько 4,1, що підтверджує надмірний ріст деяких рослин надводного ярусу та всіх видів плаваючого.

Третя ділянка, на якій проводили опис рослинності, знаходилась за 500 метрів нижче по течії від вищевказаного підприємства. Вода на ділянці прозора, дно річки вкрите буро-коричневим мулом. Видове різноманіття даної ділянки сягає 8 видів. Присутні ті самі, що й на перших двох ділянках рідкісні види (*Nuphar lutea* (L.) Smith та *Trapa natans* L.), але їхні розміри на третій ділянці найменші – в *N. lutea* діаметр листової пластинки дорівнює 0,25 м, а у *T. natans* розетка листків – 0,55 м. На даній ділянці переважають рослини надводного ярусу. Едифікатором та водночас домінантом в угрупованні є *Typha latifolia* L. з проективним покриттям 60%. Середній показник життєвості рослин на даній ділянці становить 3,1, що відповідає нормальним показникам росту рослин. Явно пригніченим за зовнішніми ознаками є *T. natans*.

Для подальших досліджень було обрано джерело забруднення р. Ірші на промисловій території ВАТ «Малинський каменедробильний завод» с. Гранітного, Малинської ТГ (№ 4). Вода була прозорою. Є мул кольору хакі. Опис рослинності здійснювався на ділянці річки, що знаходиться найближче до схилів гранітовидобувного кар'єру. На даній ділянці було знайдено лише 5 видів рослин. Рослинність переважно представлена надводними макрофітами. Едифікатором та домінантом досліджуваного фіто-

ценозу є *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel з проективним покриттям 40%. Середній показник життєвості становить 3,4, але *T. latifolia* з рівнем життєвості 2 бали не відповідає загальній тенденції, а за зовнішні ознаками рослини свідчить про розвиток нижче нормального, але зі збереженням здатності квітнути і плодоносити.

Наступний опис рослинності було зроблено на п'ятій ділянці, що знаходиться за 500 метрів вище за течією від попередньої, яка перебувала під найсильнішою дією забруднювача (осідання дрібнодисперсного пилу від видобутку граніту та щебеню на рослинах та на дні цієї ділянки річки Ірші. Вода прозора, але дно вкрите мулом темно-сірого кольору. Даний фітоценоз утворюють 7 видів. Едифікатором та домінантом рослинності даної ділянки є *Stratiotes aloides* L. з проективним покриттям 80%. Середній показник життєвості рослин становить 2,6. Хоча найбільш поширений вид – *S. aloides* має лише 1 бал за показником життєвості, оскільки за усіма зовнішніми ознаками він був явно пригніченим. Аналогічна ситуація спостерігається з *P. australis* – його досить широке поширення не відповідає низьким показникам життєвості рослин.

Наступний опис (шоста ділянка) здійснювався за 500 метрів вниз по течії від попередньої. Вода мала зелений відтінок, на дні був мул кольору хакі. Видове різноманіття водних рослин – 7 видів. Едифікатором та домінантом з проективним покриттям 75% на даній ділянці була *Lemna minor* L. Середній показник життєвості більшості рослин на даній дослідній ділянці становить близько 3,6. Явно пригніченим виявився тільки *P. australis*.

Наступне джерело забруднення на ділянці річки Ірші це підприємство ТОВ «Малин ЕнергоІнвест», На ділянці №7 відбувалося постійне скидання господарсько-побутових вод даного підприємства. Вода на ділянці була прозорою. Дно встеляв пісок світлого кольору. Тут було знайдено 6 видів рослин. Едифікатором виявився домінуючий вид – *P. australis* з проективним покриттям 95%. Середній показник життєвості – 3,3. Тільки *C. demersum* та *P. australis* за зовнішніми ознаками показали ознаки вегетативного розвитку рослин нижче норми, але здатність квітнути та плодоносити не втратили.

Наступна, восьма, дослідна ділянка була обрана за 500 метрів вверх по течії від ділянки, що знаходиться під прямою дією забруднювача. Вода прозора, дно було встелене піском світлого кольору. На даній дослідній станції було знайдено всього 4 види рослин. Домінантний вид *P. australis* з проективним покриттям 90% виявився едифікатором даного фітоценозу. Середній показник життєвості видів сягав 4,8, що відповідає видам з надмірним ростом та швидким розвитком, що виходять за межі норми.

Дев'ята, ділянка була умовно позначена як контрольна, оскільки саме на ній проводиться моніторинг водоочисною станцією ТОВ «Малин ЕнергоІнвест»

та за їхніми багаторічними спостереженнями та гідрохімічним аналізом води тут склалася найкраща ситуація. Хоча за результатами, можна констатувати, що видове різноманіття даної дослідної ділянки не є найбільшим серед усіх зроблених описів. Вода на ділянці прозора. Дно вкрите піском світлого кольору. Видове різноманіття – 5 видів. До того ж едифікатором даного угруповання виявився саме рідкісний вид *N. lutea* з проективним покриттям 45%, хоча за проективним покриттям 67% домінував *P. australis*. Середня життєвість рослин становила 4,2.

Десята ділянка, розташована на р. Здривлі, виявилася найбільш насиченою за кількістю труб, що скидали стічні води, серед яких і господарсько-побутові стоки «Фабрики банкнотного паперу Національного Банку України», і промислові стоки ТОВ «Картонно-паперової фабрики «ПапірМал»» і попередньо очищені каналізаційні стоки мікрорайону «Паперовик». Вода була каламутна, з мало-вираженим запахом, дно вкрите значним шаром темно-сірого мулу. Видове різноманіття – 6 видів. Едифікатором та домінантом виявився *Typha angustifolia* L. з проективним покриттям 68%. Середній показник життєвості рослин становив 3,5.

Одинадцятий опис було здійснено за 500 метрів вгору по течії на переході з притоки до самої р. Ірші. При проведенні дослідження на даній ділянці було виявлено трубу промислових стоків швейцарського підприємства «Вайдманн». Вода на ділянці була прозорою, дно вкрите сірим піском. Видове різноманіття в межах опису склало 4 види. Едифікатором угруповання був *Butomus umbellatus* L. з проективним покриттям 10%, а домінантом – *L. minor*, що займає 30% ділянки. Середній показник життєвості рослин – 4.

Вниз за 500 метрів від головного забруднювача на р. Ірші, знаходиться дванадцята ділянка, на якій розміщена стічна труба промислового підприємства ВАТ «Детвілер ущільнюючі технології Україна». Вода прозора, з незначним запахом. На даній ділянці було виявлено 5 видів рослин. Едифікатором та водночас домінантом даного фітоценозу є *P. australis* з проективним покриттям 76%. Середній показник життєвості рослин – 3,8.

Аутофітоіндикаційна оцінка стану гідромрежі Малинської територіальної громади. Перша дослідна ділянка, що налічувала 5 видів рослин мала за едифікатора – *C. demersum*: сциофіт, геліосциофіт, нейтрофіт. За індикаторними властивостями даного виду можна стверджувати, що дана ділянка р. Ірші має характер евтрофної, слабо солонуватоводної водойми, зі значним антропогенним евтрофуванням та з потужними органо-мінеральними донними відкладами і сильно лужною реакцією середовища [1].

Другий за описом фітоценоз формував вид *T. natans*: геліофіт, термофіт, нейтрофіт, слабкий кальціофоб. Даний вид свідчив про евтрофну недобре проточну ділянку водойми з мулисто-піщаними

донними відкладами зі значним прошарком сапропеля. Наявність даного виду на ділянці вказує на помірний вміст CaCO_3 .

Щодо 3-ої ділянки, де едифікатором був вид *T. latifolia*: геліофіт, індіферент та нітрофіл. Можна стверджувати про заболочення ділянки з наявним ґрунтовим та поверхневим підтопленням та коливанням рівня води в широкому діапазоні, а також мулисто-торфяними відкладами на дні.

4, 7, 8 та 12 дослідну ділянку формує один з найпоширеніших видів в дослідженні – *P. australis*: геліосцифіт, гігрофіт, реофіл. Політопічний вид, тобто може існувати за будь-яких умов. Його індикаторні властивості потрібно розглядати в зв'язку зі змінами структурних і продуктивних показників. На всіх ділянках прослідковується розрідження заростей, що свідчить про накопичення солей та зниження рівня води, процесів заболочення та зниження продуктивності фітоценозів. Відомо, що *P. australis* може рости за умов, як хлоридного (до 2,5–3%), так і сульфатного (до 5%) забруднення, що пригнічує можливість точної індикації умов середовища наведених ділянок і потребує додаткових досліджень структури фітоценозу і характеристики інших присутніх на ділянці видів.

За едифікатором та водночас домінантом 5-ої ділянки – *S. aloides*: геліофіт, ацидофіл, було з'ясовано що дана ділянки річки Ірші мала характер мезо-евтрофної прісноводної прогрітої замкнутої стоячої або зі слабкою течією водойми, а також з наявними донними відкладами багатими органічними речовинами. Також *S. aloides* показав, що дана ділянка піддається постійному заболоченню, а також слабкому та середньому антропогенному впливові, що підтверджується нашими гідрохімічними дослідженнями.

L. minor, що будує фітоценоз 6-ої ділянки, є індикатором мезо- та евтрофних, мало прогрітих, або за короткий час замкнутих, чи слабо проточних прісноводних водойм зі слабкими мулисто-піщаними донними відкладами та відкладами детрита, ділянок незабруднених лісових рівчаків. Індикатор наявності неорганічного азоту.

N. lutea: геліофіт, слабкий ацидофіл, термофіл. Едифікатор рослинності 9-ої дослідної ділянки вказав на коливання рівня води, наявність несильної течії та мулисто-піщані донні відклади.

Домінував та формував фітоценоз 10-ої ділянки *T. angustifolia*: геліофіт, індіферент. Вказав на незначні коливання рівня води на ділянці.

Едифікатором 11 ділянки став *B. umbellatus*: геліофіт, індіферент, відносно теплолюбний, гемерофіл. Показав наявність слабо-лужних і слабо-мінералізованих субстратів. Високі показники життєвості особин вказують на коливання рівня води або на передуючі оголення донних відкладень. А подальша його масова поява на бідних поживними речовинами ґрунтах та загалом збільшення площ заростей свід-

чать про розвиток процесів антропогенного евтрофування водойми.

Індикаторами забруднення водного середовища солями важких металів і загальної високої мінералізації є – *C. demersum*, *Potamogeton perfoliatus* L., *Potamogeton natans* L., а неорганічного азоту – *L. minor*.

Оптимальність умов росту макрофітів, що видно із багатьох показників життєвості, свідчить про потреби рослин у тих, чи інших хімічних речовинах. Для забезпечення фізіологічних процесів досліджувані водні макрофіти поглинають, накопичують у своєму тілі та акумулюють різні речовини, що є передумовою природної фітореємедіації забруднених водойм.

Гідролого-гідрохімічна характеристика річок Малинської територіальної громади. Було проведено гідрохімічний аналіз води на досліджуваних ділянках річок за такими показниками, як мінералізація води, рН, вміст кисню та прослідковано динаміку органолептичних та фізико-хімічних показників за 2008–2021 рр. на контрольній ділянці (водозабір р. Ірші). Результати аналізу було співставлено з ГДК (рибогосподарськими та санітарно-гігієнічними нормами). Уміст кисню у воді коливається від 3,2 до 22,4 мг O_2 /л (таблиця 1). Вміст кисню впливає на інтенсивність окисно-відновних біологічних процесів. Максимальний вміст кисню у водоймах спостерігається на ділянках зарослих рослинністю. В даних дослідженнях виявлено високий вміст кисню (до 22,4 мг O_2 /л) на ділянці №8 в літній період, що пов'язано з наявністю вищої водної рослинності та фітопланктону, оптимальною температурою води та сприятливими умовами для фотосинтезу в цей період.

Таблиця 1

Дисперсія показників гідрохімічного аналізу

Значення	Окисність, мг/л	Мінералізація, мг/л	рН
mean	12,8	275,5	6,8
max	22,4	335	7,4
min	3,2	216	6,2
σ^2	0,374	0,2603	0,25

Колівання цього показника пов'язане не тільки з інтенсивністю фотосинтезу, а й з використанням

кисню в товщі води і в донних відкладеннях при біохімічних процесах деструкції органічних речовин, перетворенні NH_4^+ , окисненні солей заліза та ін. За дисперсійним аналізом показник вмісту кисню на всіх ділянках ($\sigma^2 = 0,37$) наближений до середнього значення. Це свідчить про нормальний перебіг біологічних процесів у водоймі та переважання продукції над деструкцією органічних речовин.

Найнижчий показник дисперсії характеризує рН ($\sigma^2 = 0,25$) (табл. 1). Рівень рН води на більшості досліджуваних ділянок мав допустимі значення, які відповідали оптимальному значенню для природних вод (норма 6,0–7,0). Показник мінералізації води коливається від 216 до 335 мг/л.

На контрольній моніторинговій ділянці було відібрано проби води, для проведення повного гідрохімічного аналізу на базі Малинського міжрайонного відділу ДУ «Житомирський ОЛЦ ДСЕСУ». Їх результати збігаються з середніми показниками, отриманими в ході дослідження, та відповідають існуючим санітарним нормам та ГДК води в річках. Також були проаналізовані результати аналізу води на вміст іонів важких металів, зробленого лабораторією ТОВ «Малин ЕнергоІнвест» за 2008–2021 рр. (таблиця 2).

Були зафіксовані випадки, коли показники вмісту у воді сполук важких металів перевищували ГДК (таблиця 2 – нормативні значення приведені згідно НД: СанПіН 4630-88).

За результатами показників повного аналізу води за 2008–2021 рр. простежується тенденція зниження концентрацій іонів важких металів. Таке явище можна пояснити, як зменшенням антропогенного навантаження, так і природною фітореємедіацією [2], оскільки всі ці елементи (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+}) використовуються рослинами на фізіологічні потреби.

Висновки:

1. На території Малинської ТГ розміщено більше десяти прирічкових промислових комплексів, які скидають відпрацьовані стічні води до річок. Такий антропогенний прес не сприяє збереженню якості води та різноманіття водних і коловодних біоценозів річок Ірші та Здривлі, які приймають ці стоки, про що свідчить проведений гідрохімічний аналіз води та зроблені описи рослинності.

2. Едифікатори, домінанти та субдомінанти водних фітоценозів Малинської ТГ за показниками аут-

Таблиця 2

Концентрація іонів важких металів у гідротопах моніторингової ділянки

Катіон	ГДК, мг/дм ³	Період, роки	Виявлені показники, мг/дм ³	Період, роки	Виявлені показники, мг/дм ³	Період, роки	Виявлені показники, мг/дм ³
Cu^{2+}	0,1	2008-12	0,10-0,24	2013-17	0,15-0,08	2018-21	0,21-0,11
Fe^{2+}	0,3	2008-12	0,35-1,40	2013-17	0,15-0,5	2018-21	0,16-0,63
Mn^{2+}	0,1	2008-12	0,18-2,50	2013-17	0,06-0,35	2018-21	0,03-0,47

фітоіндикації виявились стійкі до антропогенного впливу, а також свідчать про хімічне забруднення води та евтрофування водойм. Високі показники життєвості та збільшення площ заростей цих видів характеризують річки Малинської ТГ як забруднені та з достатнім рівнем антропогенного навантаження і подальшою трансформацією.

Аналіз гідрохімічних показників водного середовища, як у ретроспективі, так і на сьогодні, вказує на досить високий рівень антропогенного впливу та трансформації всієї гідромережі. Проте прослідковується тенденція зниження концентрацій іонів важких металів, що вказує на процеси природної фіторе-медіації у водному середовищі

Література

1. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. XVI International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment", Kyiv, 15–18 November 2022. Kyiv, 2022.
2. Demchuk, L. I., Alpatova, O. M., Maksymenko, I. Y. (2022). Environmental security as a component of national sustainability: worldview analysis. Publishing House "Baltija Publishing".
3. EPA: Environmental Indicators of Water Quality in the United States. USEPA Rep. 841-R-96-002. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C. 1996.
4. EU Water Framework Directive 2000/60/EC 2000 Official Journal of the European Communities. L327. 118 p.
5. Галік О.І., Яковишина М.С. Однорідність рядів спостережень річного стоку у зв'язку зі змінами клімату на прикладі річок Поліської області надмірної водності: збірник наук. праць V Всеукраїнської наук. конференції. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т. 2011. С. 26–28.
6. Гончаренко І.В. Фітоіндикація антропогенного навантаження: монографія. Дніпро: Середняк Т.К., 2017. 127 с.
7. Горшкальова В.П., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Алпатова О.М., Луньова О.В. Ресурси водних екосистем Житомирського Полісся в умовах інтенсифікації антропогенного впливу. Житомир: «Житомирська політехніка». 2022. С. 98–99.
8. Демчук Л., Кірейцева Г., Циганенко-Дзюбенко І., Вовк В. Концепція екологічної безпеки держави в контексті сталого розвитку та євроінтеграції. Проблеми хімії та сталого розвитку. 1. 2023. С. 3–11.
9. Дубина М.М., Гроудова З. Макрофіти – індикатори змін природного середовища. К.: Наукова думка, 1993. 435 с.
10. Kotsiuba I.G., Skyba G.V., Skuratovskaya I.A., Lyko S.M. Ecological monitoring of small water systems: Algorithm, software package, the results of application to the Uzh river basin (Ukraine). Methods and Objects of Chemical Analysis. 2019. 14(4). P. 200–207.
11. Корбут М.Б., Мальований М. С., Давидова І.В., Скиба Г.В. Оцінювання звалищ твердих побутових відходів на гідрохімічний режим прилеглих територій (на прикладі полігону Житомирської територіальної громади). Науковий вісник НЛТУ України. 2023. Т. 23. № 3. С. 40–45.
12. Мусієнко М.М., Ольхович О.П. Методи дослідження вищих водних рослин: навчальний посібник. Київський ВПЦ Університет. 2005. 60 с.
13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Житомирської області у 2021 році: веб-сайт. URL: <https://mepg.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-ZHytomyrska-ODA-2021.pdf>