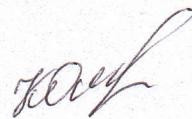


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА  
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

КОПИЛОВА ОЛЬГА МИХАЙЛІВНА



УДК 504.064:556.531(043.2)

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПОРУШЕНИХ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ  
(НА ПРИКЛАДІ Р. СТИР)

Спеціальність 03.00.16 – екологія

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Рівне – 2021

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Національному університеті водного господарства та природокористування Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

**Вознюк Наталія Миколаївна,**

Національний університет водного господарства та природокористування, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

**Офіційні опоненти:**

доктор сільськогосподарських наук, професор

**Романчук Людмила Донатівна,**

Поліський національний університет, проректор з наукової роботи та інноваційного розвитку

доктор сільськогосподарських наук, професор

**Мудрак Олександр Васильович,**

Комунальний заклад вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти», завідувач кафедри екології, природничих та математичних наук

Захист дисертації відбудеться «11» травня 2021 року о 14.00 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради К 47.104.05 Національного університету водного господарства та природокористування Міністерства освіти і науки України за адресою: 33018, м. Рівне, вул. Миколи Карнаухова, 53а, навчальний корпус № 7, аудиторія 752.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національного університету водного господарства та природокористування за адресою: 33002, м. Рівне, вул. Олексі Новака, 75.

Автореферат розісланий «09» квітня 2021 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
кандидат с.-г. наук, професор



А.М. Прищєпа

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Однією з основних засад внутрішньої та зовнішньої політики України є збереження навколишнього середовища та його складових, що є життєво необхідним для існування людини, нинішнього й майбутніх поколінь. В Україні, як і у більшості країн світу, все гострішою є проблема виснаження водних ресурсів внаслідок їхнього техногенного та антропогенного забруднення. Стан водних об'єктів тісно пов'язаний зі станом природних та господарських систем, що стає визначальним за цільового водокористування окремо взятого водотоку. Проте організація ефективного управління водокористуванням не можлива без системності просторового та часового отримання інформації про екологічний стан водотоку та басейну в цілому. Отримання такої інформації ускладнюється динамічністю процесів, які протікають у водному середовищі, а також різноманітністю природних умов, антропогенних факторів впливу на різних ділянках річкового басейну. Порушення природних ландшафтів у басейнах річок, а також гідротехнічне будівництво, скидання у водні об'єкти неочищених господарсько-побутових і промислових стічних вод спричинили погіршення умов існування гідробіоти, призвели до зміни структурно-функціональної організації водних екосистем та їх біорізноманіття.

Шляхи вирішення цих проблем висвітлені у роботах В. І. Осадчого, В. К. Хільчевського, М. О. Клименка, Й. В. Гриба, В. І. Пелешенка, М. Д. Гродзинського, Ю. В. Пилипенка, Р. В. Хімка, О. В. Мудрака, Л. Д. Романчук, О. М. Клименка, О. О. Бедункової, Ю. Р. Гроховської, В. О. Володимирця, О. А. Ліхо, І. І. Статника, Н. М. Вознюк, Л. М. Стецюк, З. М. Буднік та інших

Аналіз окремого річкового басейну визначається важливістю поверхневих вод, як одного з основних компонентів життєзабезпечення та функціонування природних комплексів, підтримання екологічної рівноваги, забезпечення здоров'я населення та сталого розвитку соціоекономічних систем. Усі антропогенні зміни в басейнах річок, якості поверхневих вод потребують постійного контролю та оперативного реагування. Вибірковий моніторинг і відсутність комплексності під час його проведення не забезпечують отримання науково обґрунтованих рекомендацій щодо сталого розвитку басейнових систем. Басейн р. Стир є одним із найбільш антропогенно змінених у північно-західному регіоні України, тому проведення наукового дослідження сучасного стану водозбору для формування відкритої бази даних про стан основних елементів басейнової системи є необхідним та актуальним завданням і є підставою для організації екологічного моніторингу порушених водних екосистем (на прикладі р. Стир) як складової інтегрованого управління басейном річки.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота виконана на кафедрі екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства Національного університету водного господарства та природокористування в межах науково-дослідних робіт: «Охорона і раціональне використання природних ресурсів України» (ДР № 0114U001143), «Розробка регіонального комплексного

моніторингу сталості території» (ДР № 0114U001144), «Збалансоване використання природно-ресурсного потенціалу України в контексті сталого розвитку» (ДР № 0117U001988).

**Мета та завдання дослідження.** Мета роботи – організація екологічного моніторингу порушених водних екосистем (на прикладі р. Стир) як складової інтегрованого управління басейном річки.

Для досягнення поставленої мети були поставлені такі завдання:

- проаналізувати існуючі підходи та методики оцінювання екологічного стану басейнів та якості води річок, підходів до організації екологічного моніторингу;
- оцінити вплив природних умов та антропогенних факторів на формування екологічного стану басейну р. Стир;
- проаналізувати сучасний стан організації моніторингу поверхневих вод у басейні та оцінити якість води р. Стир за фізико-хімічними, хімічними, біологічними та гідроморфологічними показниками;
- спрогнозувати зміни екологічного стану басейну та вплив його на якість поверхневих вод;
- обґрунтувати компенсаційні заходи та розробити схему екологічного моніторингу порушених водних екосистем.

**Об'єкт дослідження** – процеси, що впливають на формування екологічного стану басейну р. Стир і обумовлюють показники екологічного моніторингу водних екосистем.

**Предмет дослідження** – природні та антропогенні фактори впливу на формування екологічного стану басейну, фізико-хімічні, хімічні, біологічні та гідроморфологічні показники якості води річки, програма екологічного моніторингу.

**Методи дослідження.** Методологічною основою дисертаційної роботи є системний підхід до оцінювання впливу природних факторів та антропогенних чинників на формування екологічного стану басейну і якості води річки. Для вирішення поставлених завдань використано низку загальнонаукових та спеціальних методів досліджень, а саме: аналіз і синтез (встановлення впливу природних та антропогенних чинників на формування екологічного стану басейну, рівня антропогенного навантаження, якість поверхневих вод); системний та факторний аналіз (оцінювання впливу природних та антропогенних факторів на формування якості річкових вод, екологічного стану водної екосистеми з використанням біоіндикаційних методів; кореляційний аналіз залежності стану гідробіоти від фізико-хімічних, хімічних, гідроморфологічних показників якості поверхневих вод); статистичні і математичні (аналіз динаміки природно-кліматичних показників, антропогенного навантаження та результатів багаторічних досліджень гідрохімічного режиму р. Стир з використанням програми *Microsoft Excel*); системне узагальнення та порівняння (виокремлення пріоритетних негативних факторів впливу на екологічний стан басейну та проведення гідрохімічної та гідробіологічної оцінки якості води); графічні (побудова діаграм, графіків, мап з використанням ГІС-технологій за допомогою ESRI ArcMap 10.0 тощо).

Інформаційною базою дисертаційного дослідження є дані щорічних статистичних звітів про стан довкілля Рівненської, Волинської, Львівської та Тернопільської областей, матеріали періодичних видань, науково-практичних конференцій, літературних джерел і особисті дослідження автора.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Основні наукові положення, що визначають новизну результатів і виносяться на захист:

*Вперше:*

- обґрунтовано методологію організації екологічного моніторингу порушених водних екосистем з урахуванням рівня трансформації ландшафтної структури басейну р. Стир та тенденції забруднення поверхневих вод;

- встановлено якість річкової води за хімічними та біологічними показниками, оцінено самоочисну здатність річки на всій досліджуваній ділянці і запропоновано методичні підходи до експрес-оцінки стану водного середовища з використанням найпростіших мікроорганізмів;

- за результатами оцінки фактичного екологічного стану басейну розроблено картосхеми, спрогнозовано тенденції формування водного ризику;

- розроблено схему екологічного моніторингу водної екосистеми (із зазначенням переліку показників, термінів проведення спостережень, методик оцінювання фактичного і прогнозованого екологічного стану) як основного елемента інтегрованого управління басейну річки.

*Удосконалено* теоретико-методологічні підходи до наступного:

- оцінювання впливу природних факторів та антропогенних чинників на формування екологічного стану басейнів річок та якість поверхневих вод;

- програми державного моніторингу поверхневих вод.

*Набули подальшого розвитку:*

- методики визначення рівня антропогенної трансформації та оцінки якості поверхневих вод;

- методичні підходи до вибору найбільш репрезентативних показників стану басейну річки для проведення екологічного моніторингу.

**Практичне значення отриманих результатів.** Теоретичне і практичне значення результатів дисертаційного дослідження полягають у формуванні відкритої інформаційної бази даних про природно-антропогенні чинники впливу на формування екологічного стану басейну річки і якість її води. Сучасний стан господарювання у басейні річки, його вплив на якість поверхневих вод (як середовище існування гідробіонтів і ресурс прісної води) потребують постійного контролювання, що можливо за впровадження екологічного моніторингу. Запропонований перелік показників, періодичність їх контролювання і експрес-оцінка екологічного стану водної екосистеми є доступними для виконання громадськими організаціями і екологічно-свідомими людьми. Залучення учнівської молоді до моніторингових робіт значно підвищить їх екологічну освіту і культуру. Реалізація розроблених компенсаційних заходів у рамках інтегрованого управління басейном сприятимуть відновленню та охороні порушеної водної екосистеми р. Стир.

Рекомендації щодо відновлення екологічного стану басейну р. Стир і необхідності впровадження екологічного моніторингу як елемента інтегрованого управління басейном розглянуті та схвалені Департаментом екології та природних ресурсів Рівненської обласної державної адміністрації та надані для практичного впровадження Басейновій раді р. Прип'ять (акт впровадження № 654/01-11/21 від 10.03.2021 р.).

Пропозиції з: оптимізації екологічної стійкості ландшафтів, розчищення русла річки, відновлення ділянок водоохоронної смуги (запобігання розорюванню до урізу води, захопленню у приватну власність); усунення місць розташування несанкціонованих сміттєзвалищ включено у план природоохоронних заходів стратегії розвитку Володимирецької селищної територіальної громади. До проведення екологічного моніторингу, за запропонованими показниками, залучено громадських активістів і учнів старших класів (акт впровадження №02-23/502 від 17.03.2021 р.).

Результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес при викладанні навчальних дисциплін: «Відновлення порушених водних екосистем», «Моніторинг довкілля», «Технології захисту водного середовища» для здобувачів вищої освіти бакалаврського і магістерського рівнів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» у навчально-науковому інституті агроєкології та землеустрою Національного університету водного господарства та природокористування (довідка № 011-23 від 15.12.2020 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Вибір теми, формулювання мети, основних завдань досліджень, збір та аналіз фактичного матеріалу, інтерпретація отриманих результатів та формулювання висновків зроблені автором дисертаційної роботи особисто за методичного консультування наукового керівника. Усі наукові результати, викладені у дисертації та винесені на захист, є його науковим доробком. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, у дисертації використовуються лише ті ідеї та положення, які є результатом особистих досліджень здобувача. Конкретний внесок здобувача у проведенні досліджень водних екосистем показано і у списку публікацій.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційного дослідження доповідалися на наступних конференціях:

- міжнародних: «Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства» (Тернопіль, 2015), «Україна – ЄС. Сучасні технології, економіка та право» (Словацька Республіка - Польща, 2016), «Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця» (Мінськ, 2016), «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату» (Київ, 2017), «Розвиток природничих наук: проблеми та рішення» (Брно, 2018); «Водні екосистеми у контексті євроінтеграції: реалії та перспективи» (Житомир, 2019);

- вітчизняних: «Водний форум» (Рівне, 2015), V-й всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Вінниця, 2015), «Раціональне використання та охорона природних ресурсів України у контексті сталого розвитку» (Рівне, 2016), «Охорона та раціональне використання природних ресурсів» (Рівне, 2017),

«Вода: проблеми та шляхи вирішення» (Житомир, 2017), «Стратегія сталого розвитку України: сьогодення та перспективи» (Рівне, 2020).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 19 праць, з них: 5 – у фахових виданнях Атестаційної колегії МОН України та 1 – у виданні, що входить до фахових видань України, включених до міжнародних наукометричних баз (Web of Science); 5 – у наукових періодичних виданнях інших держав, 8 – тези за матеріалами вітчизняних та міжнародних конференцій.

**Структура дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків та рекомендацій, списку використаних джерел та додатків (84 сторінки). Роботу викладено на 301 сторінці комп'ютерного тексту, у тому числі 164 сторінки основного тексту, проілюстровано 35 таблицями, 46 рисунками. Список використаних джерел включає 274 найменування, в тому числі 27 латиницею.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність дослідження, визначено мету, основні завдання, предмет, об'єкт і методи дослідження, охарактеризовано наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів, наведені дані щодо особистого внеску здобувача та апробації результатів досліджень.

У **першому розділі «Теоретичні основи дослідження порушених водних екосистем, річкових басейнів та становлення системи моніторингу»** проведено аналіз літературних джерел вітчизняних і закордонних вчених стосовно обраної теми дослідження. Визначено, що наразі старі підходи до здійснення екологічного моніторингу малоефективні і тому недостатньо вивченими залишаються умови формування екологічного стану та якості води річок України. Наявні фрагментарні дослідження впливу окремих факторів не дає можливості продемонструвати цілісної картини цього процесу. Тому для вирішення цієї проблеми необхідно застосовувати системний підхід для детального розгляду усіх можливих природних та антропогенних чинників, що впливають на екологічний стан басейну річки, і використовувати біологічні показники для відстеження змін у водних екосистемах для своєчасного реагування на них.

У **другому розділі «Об'єкт, умови та методики дослідження»** охарактеризовано фізико-географічне положення, кліматичні та гідрогеоморфологічні умови, геологічну будову, рельєф та ґрунтовий покрив, руслові процеси, рослинний та тваринний світ басейну р. Стир.

Р. Стир – права притока першого порядку Прип'яті, басейн якої знаходиться в межах Тернопільської, Львівської, Волинської та Рівненської областей України та Берестейської області Білорусі. Довжина річки по лівому руслу 437 км, по правому – 483 км, площа басейну – 13130 км<sup>2</sup>. Довжина басейну Стиру становить 300 км, а середня ширина 42 км, витягнутий з південного заходу на північний схід. Відповідно до законодавства України р. Стир належить до середніх річок.

За дескрипторами ВРД ЄС 2000/60/ЄС р. Стир належить до 16 екорегіону «Східні рівнини» та до басейну р. Дніпро, суббасейну р. Прип'ять. Її поділяють на три водогосподарські ділянки (рис. 1).

Повноводність Стиру формують більше 40 приток першого порядку (найбільші Іква, Болдурка, Слонівка, Пляшівка, Черногузка, Кормин), а також значна кількість дренажних меліоративних систем, що побудовані в 50–70-х роках ХХ століття в зоні підвищеної заболоченості. Русла річок в басейні р. Стир представлені п'ятьма різними типами: трьома природними (вільно мандруючі, відносно прямолінійні та русла з поодинокими розгалуженнями), (47,8 %) та двома антропогенно-зміненими (каналізовані та зарегульовані) (понад 52 %). Значна звивистість русла (коефіцієнт звивистості 1,87 – сильно звивисте) провокує процес підмивання одного берега і зміщення русла річки у підмивний бік. У зв'язку з цим, на зовнішній частині меандрів річки (на вигинах) фіксується розвиток бічної ерозії, на внутрішній – замулення. У 1957 році на р. Стир створено Хрінницьке водосховище.

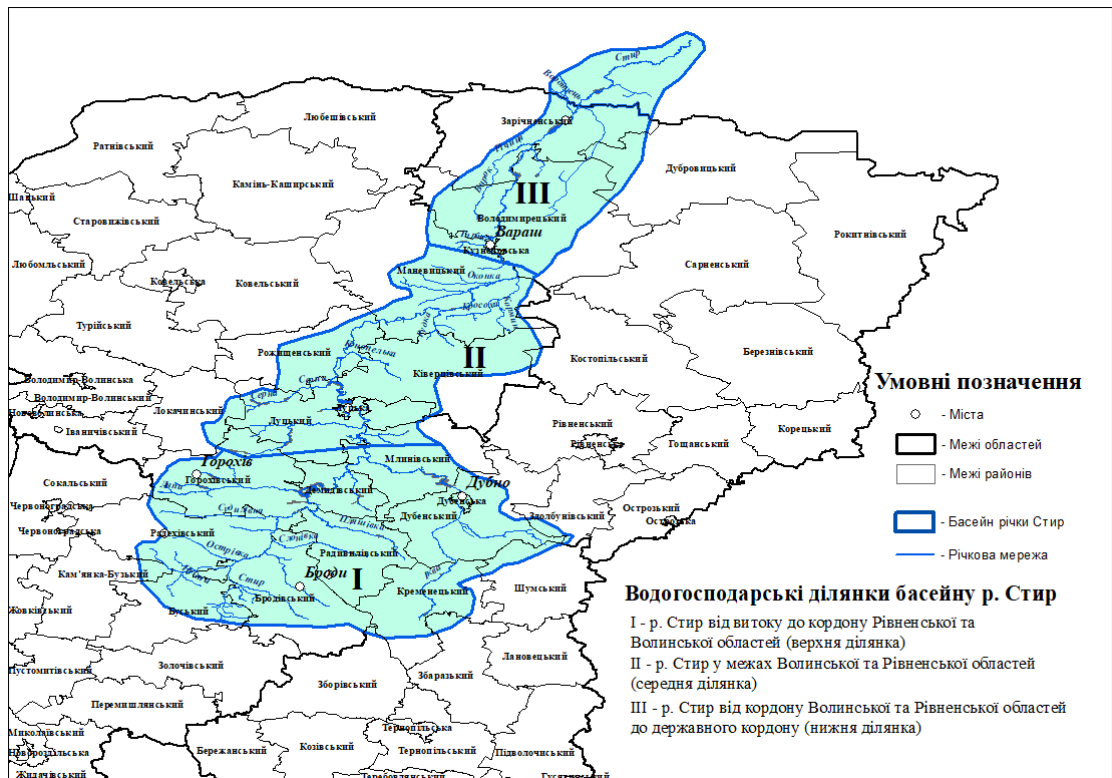


Рис. 1. Водогосподарські ділянки басейну р. Стир

Клімат помірно-континентальний. На фоні глобального потепління спостерігається чітка тенденція до зростання середньорічних температур повітря та зменшення річної суми опадів (рис. 2).

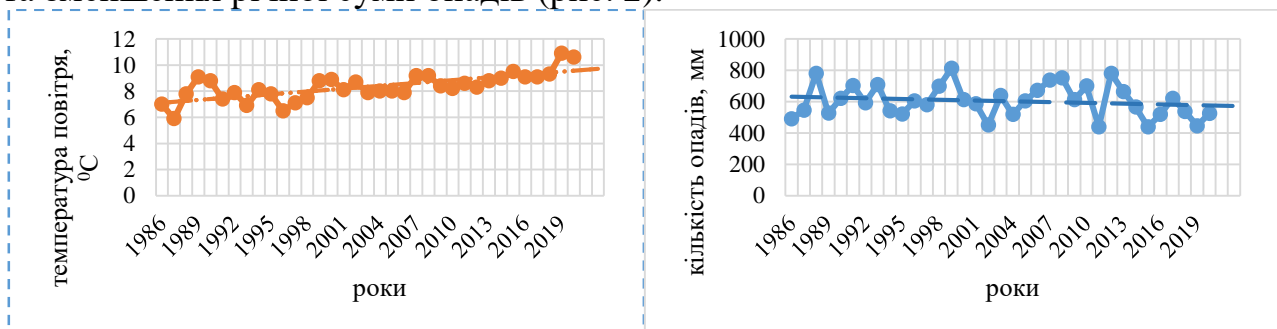


Рис. 2. Динаміка середньорічної температури атмосферного повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ) та кількості опадів (мм) в басейні р. Стир



За усі розглянуті роки спостережень (за винятком 1987, 1993, 1996 рр.) середньорічна температура повітря була вищою за норму (7,8 °С), а останнім часом це перевищення склало 36–40 %. Зростання середньорічної температури атмосферного повітря спричиняє: збільшення глибини та пришвидшення процесу прогрівання верхнього шару води; пришвидшення випаровування з відкритої водної поверхні та водозбірної території; зменшення водності. Річна сума опадів у басейні коливається в межах від 550 мм у пониззі до 650–700 мм у верхів'ї басейну з нерівномірним розподілом їх за місяцями. Останнім часом зменшується як кількість, так і ефективність опадів за рахунок швидкого їх випаровування. В останні роки норма опадів підтримується в основному за рахунок короткочасних та інтенсивних злив. Відмічається збільшення повторюваності виникнення атмосферної посухи, кількості днів із суховієм.

Рельєф басейну р. Стир у верхній частині легко розчленований, що сприяє перерозподілу елементів клімату і поверхневого стоку, у середній і нижній частині – рівнинний, що сприяє накопиченню поверхневих вод, перезволоженню ґрунтів і формуванню болотної і лісової рослинності. Абсолютні висоти від 440 м н.р.м. у верхів'ї (гора Високий Камінь) до 135 м н.р.м. – у гирлі р. Простир.

Для верхньої ділянки басейну характерне поширення чорноземів опідзолених, чорноземів слабовилужених та дерново-карбонатних ґрунтів, їм притаманна висока природна родючість, для нижньої – дернові – бідні на поживні речовини. У заплавах річок, прохідних долинах, інколи на вододільних просторах поширені торфово-болотні ґрунти.

Такі природні умови сприяють інтенсивному розвитку сільського господарства, що призводить до значного порушення ландшафтної структури басейну та зниження її екологічної стійкості.

Для досягнення поставленої мети було сформовано методологічну блок-схему досліджень (рис. 3).

Реалізація поставлених завдань здійснювалася з використанням таких методик:

1) оцінка екологічної стійкості ландшафтів (КЕСЛ) (Клементова Е., Гейниге В., 1995);

2) визначення коефіцієнта антропоізації ландшафтної системи водозбірної території за Шищенком П. Г. (1988);

3) оцінка стану води за коефіцієнтом забрудненості природних вод (КЗ) (КНД 211.1.1.106-2003);

4) оцінка якості води за методикою «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (Гриценко А. В. та ін., 2012);

5) оцінка самоочисної здатності відповідно до методики «Комплексної оцінки екологічного стану водних рекреаційних ресурсів» (Андрусак Н. С. та ін., 2011);

6) оцінка стану водного середовища за вищими водними рослинами, що ґрунтується на визначенні індексу фітоіндикації (Клименко М. О., Гроховська Ю. Р., 2001);

7) оцінка якості води за допомогою індексу Вудівісса Trent Biotic Index (Вудівісс Ф. С., 1964);

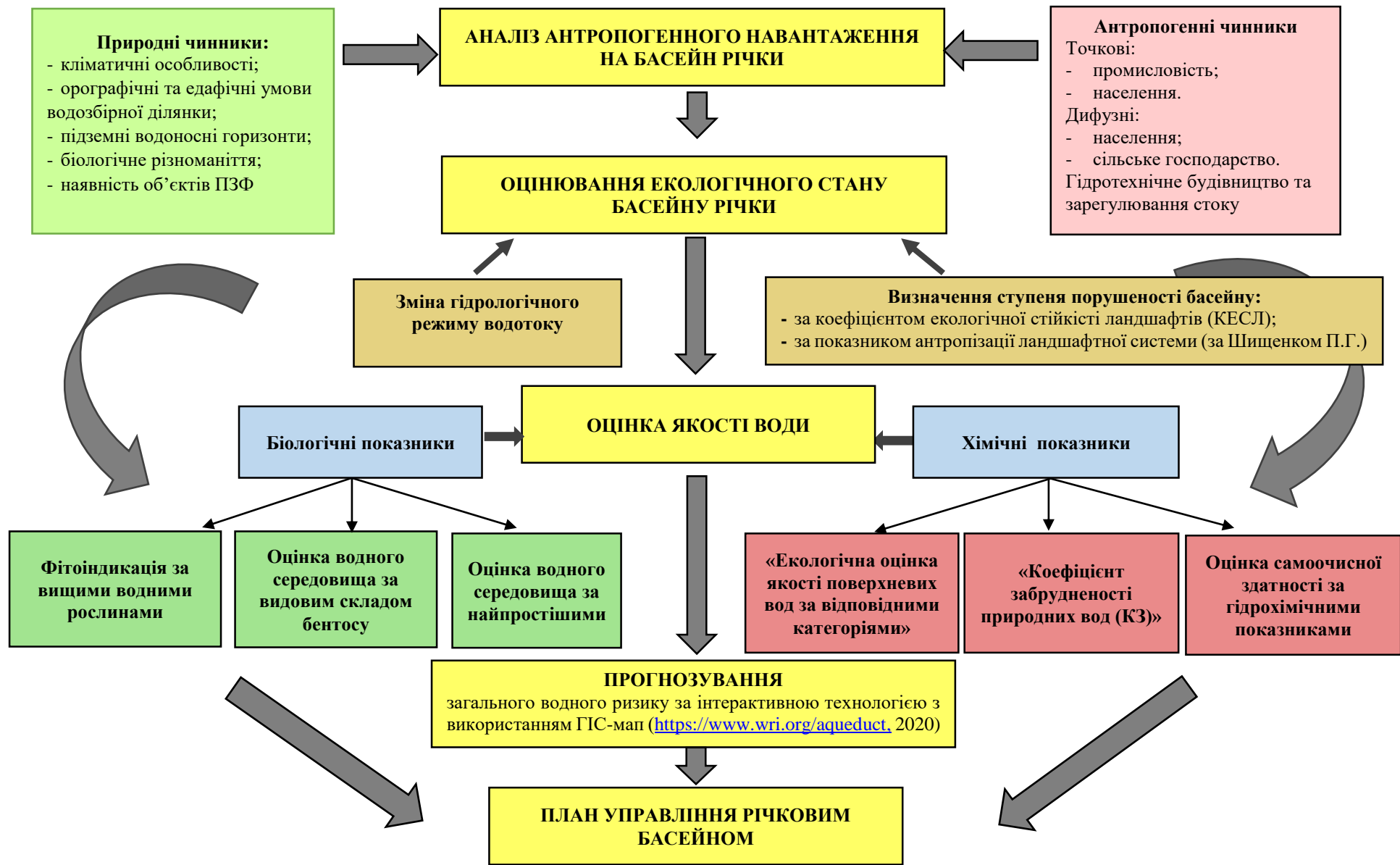


Рис. 3. Методологічна блок-схема досліджень

8) оцінка водного середовища за чисельністю найпростіших мікроорганізмів (Нікітіна О. Г. та ін. 2012);

9) оцінка та прогнозування загального водного ризику за інтерактивною технологією Вашингтонського університету ресурсів світу з використанням ГІС-мап (<https://www.wri.org/aqueduct>, 2020).

Якість води за гідрохімічними показниками оцінювали у 14-и створах спостережень; за вищими водними рослинами на 8-и репрезентативних ділянках, які співпадають з більшістю гідрохімічних створів; за представниками макрозообентосу та найпростіших мікроорганізмів у трьох місцях, що також збігаються з гідрохімічними створами.

Для оцінки та обробки результатів досліджень нами були використані методи статистичної обробки даних з використанням програмних продуктів *Microsoft Excel*.

Залежність показників досліджували за допомогою множинної кореляції. Якісну оцінку отриманих коефіцієнтів визначали за шкалою: 0 – зв'язок відсутній; 0,01–0,20 – дуже слабкий зв'язок; 0,21–0,50 – слабкий зв'язок; 0,51–0,70 – помірний зв'язок; 0,71–0,90 – сильний зв'язок; 0,91–1,00 – дуже сильний зв'язок.

**Третій розділ «Антропогенні фактори формування екологічного стану басейну р. Стир»** містить інформацію про сучасний стан господарської діяльності, ландшафтно-територіальну структуру басейну досліджуваної річки. Формування хімічного складу поверхневих вод р. Стир відбувається переважно під впливом господарської діяльності.

Басейн р. Стир є одним із найбільш змінених у межах Західного Полісся. Рівень антропогенного навантаження формує значна кількість джерел впливу, до яких відносяться точкові (промислові та комунально-побутові підприємства) та дифузні (стік з сільськогосподарських та селітебних територій, сміттєзвалищ, тваринницьких ферм тощо). Кількість водокористувачів, безпосередньо р. Стир, що звітуються, є 367 (верхня ділянка – 190, середня – 157, нижня – 20). Вони здійснюють як забір води, так і скид зворотних вод різного ступеня чистоти (від нормативно чистих до забруднених). Загальне водовідведення становило 43,031 млн.м<sup>3</sup> (2019 р.). Найбільшими підприємствами-забруднювачами є КП «Луцькводоканал», Кузнецовське МКП, ВП «Рівненська АЕС» ДП «НАЕК «Енергоатом», КП «Добробут» Зарічненської селищної ради. Приймачами зворотних вод є також притоки досліджуваної річки: р. Болдурка – від КП «Бродиводоканал», р. Острівка – від КП «Радехівське міське водоканалізаційне господарство», р. Липа – від Горохівського ВУЖКГ, р. Іква – від КП «Дубнововодоканал» Дубенської міської ради та інші.

Басейн річки сильно урбанізований (10,6 %), безпосередньо вздовж берегів р. Стир нараховано більше ста населених пунктів, переважно у верхній і середній частинах, у більшості з них відсутнє централізоване водовідведення. Потенційно небезпечним джерелом забруднення поверхневих вод є дренажні води осушувально-зволожувальних меліоративних систем. У басейні р. Стир у 50–70-х рр. ХХ ст. було осушено більше 1300 км<sup>2</sup> боліт, заболочених та перезволожених

земель, що становить 9,9 % від загальної площі водозбору. Додатковий тиск на екологічний стан басейну створює значне навантаження сільськогосподарського виробництва. Частка орних земель у структурі сільськогосподарських угідь басейну близько 44 %. У верхній частині басейну частка ріллі – 44 – 53 %, середній – 65 %, нижній – 18 %. Тенденція до збільшення площ під ріллею призвела до розорювання заплави з порушенням прибережно-захисної смуги. У басейні також розміщені рослинницькі та тваринницькі фермерські господарства (ФГ «Берест», ФГ «Копаниці», ФГ «Лісова ферма» та інші), сміттєзвалища займають близько 71 га.

Усі перераховані джерела спричинюють надходження до води р. Стир значної кількості органічних (БСК<sub>5</sub>), біогенних (речовини азотної групи, фосфати) та небезпечних речовин (важкі метали, пестициди, нафтопродукти).

Враховуючи існуючий рівень господарювання, з метою визначення екологічної ситуації у басейні р. Стир нами проведена оцінка рівня антропогенного навантаження. За результатами оцінювання ландшафтно-територіальної структури басейну р. Стир встановлено:

1) за значенням КЕСЛ=0,82 стійкість ландшафтів басейну в цілому оцінюється як нестабільні: верхня ділянка – нестабільні (КЕСЛ=0,62); середня – умовно стабільні (КЕСЛ=1,13); нижня – стабільні (КЕСЛ=3,23). Оптимум балансу перетворених і умовно непорушених територій (1:3) для всього басейну і його верхньої і частково середньої ділянки не зберігається (рис. 4);

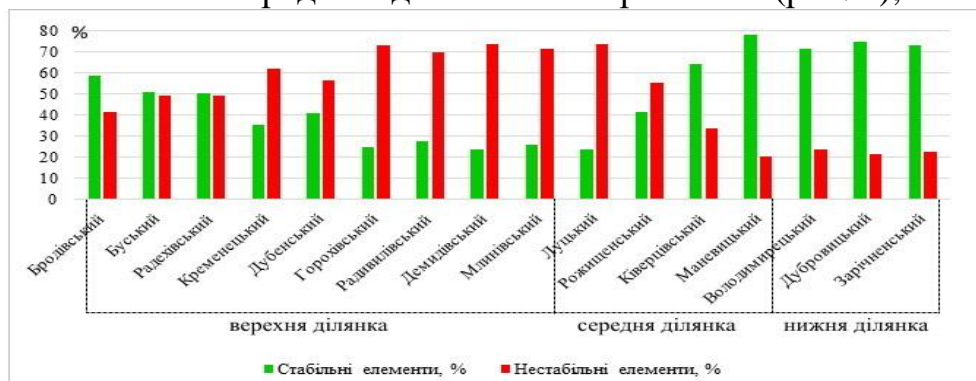


Рис. 4. Співвідношення стабільних до нестабільних елементів ландшафтів у басейні р. Стир

2) за коефіцієнтом антропоїзації басейн р. Стир характеризується як середньо трансформована територія ( $K_{\text{ант}}=5,49$ ), верхня ділянка – середньо трансформована ( $K_{\text{ант}}=5,84$ ), середня та нижня – трансформовані ( $K_{\text{ант}}=4,79$  і  $3,89$  відповідно).

Результати такої оцінки дали можливість виокремити ділянки, які зазнали суттєвого антропогенного впливу, та провести районування території (рис. 5, 6) з метою встановлення критичних зон та визначення першочерговості проведення природоохоронних заходів, спрямованих на оздоровлення екологічного стану басейну. Найгіршим екологічним станом характеризуються верхня та частково середня водогосподарські ділянки.

У четвертому розділі «Оцінка якості води р. Стир за гідрохімічними та гідробіологічними показниками» проведено оцінювання та проаналізовано якість води р. Стир і стан водного середовища за концентраціями забруднюючих речовин та показниками біоти.

Простеживши динаміку концентрацій забруднюючих речовин у кожному створі окремо (рис. 7), значних змін за період 2000–2020 рр. не виявлено, тому оцінку якості води проводили за усередненими концентраціями хімічних речовин, віднесеними до сольового, трофо-сапробіологічного блоків і блоку специфічних речовин токсичної та радіаційної дії.

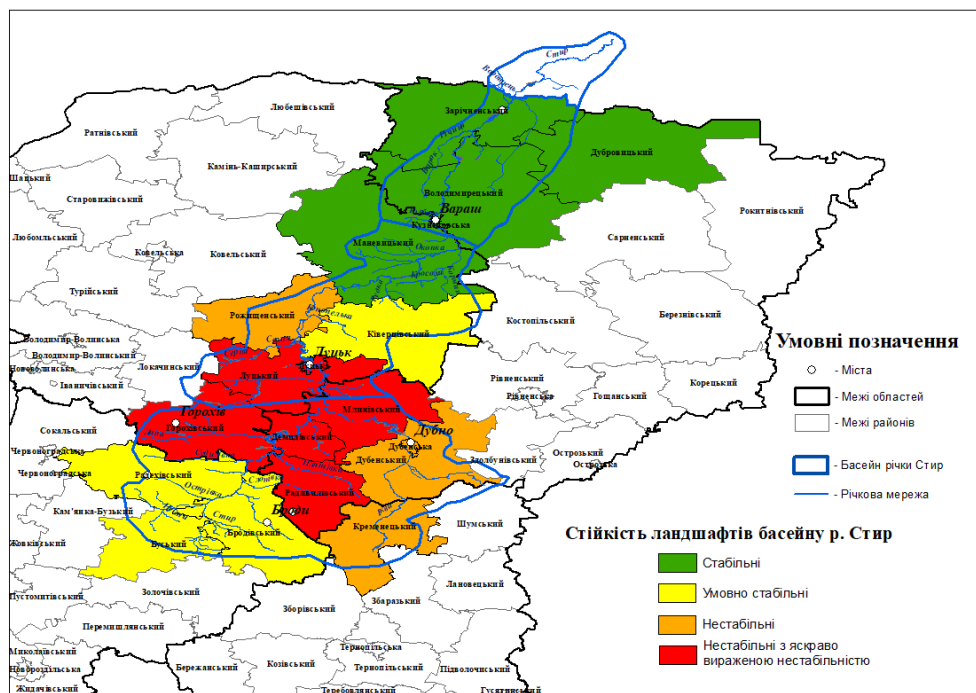


Рис. 5. Стійкість ландшафтів басейну р. Стир (за КЕСЛ)

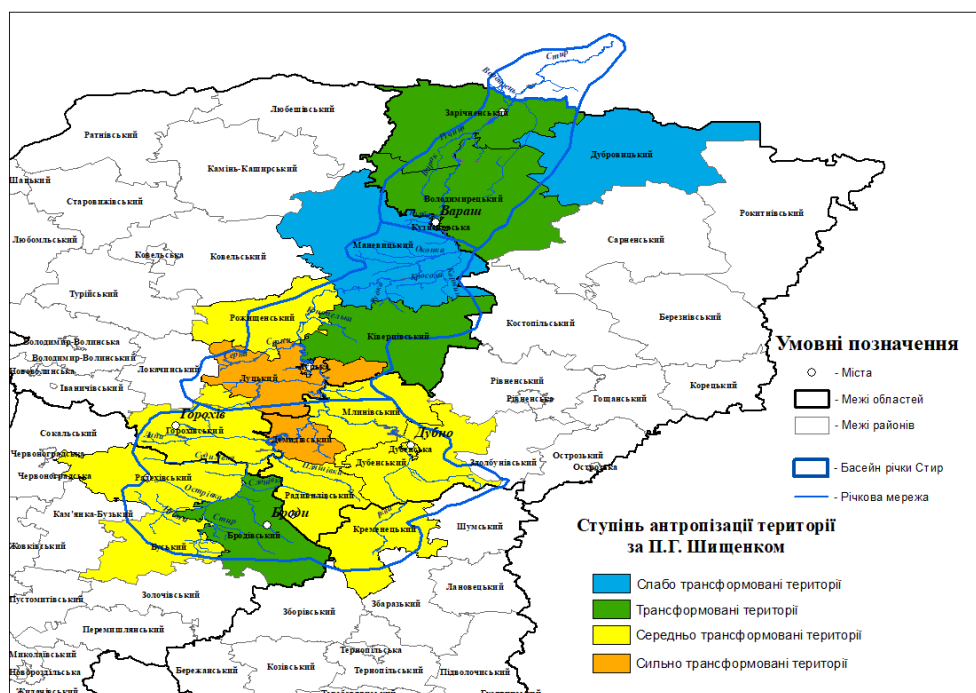


Рис. 6. Ступінь антропоїзації території басейну р. Стир (за П.Г. Шищенком)

На основі проведених розрахунків нами зроблено наступні висновки (рис. 8):

1. Якість води р. Стир за коефіцієнтом забрудненості в усіх проаналізованих створах належить до слабозабруднених, II-го класу якості, розраховане значення  $K3=1,13-1,64$ . Кратність перевищення фактичної концентрації над  $ГДК_{p.g.}$ :

- для показників блоку специфічних речовин токсичної та радіаційної дії становила:  $Fe=1,52-2,67$ ;  $Zn=1,8-3,5$ ;  $Mn=2,7-4,3$ ;
- для показників трофо-сапробіологічного блоку:  $БСК_5=1,03-1,42$ ;  $NH_4=1,1-1,33$ ;  $NO_2=1,13-1,75$ .



Рис. 7. Розміщення створів спостереження на р. Стир

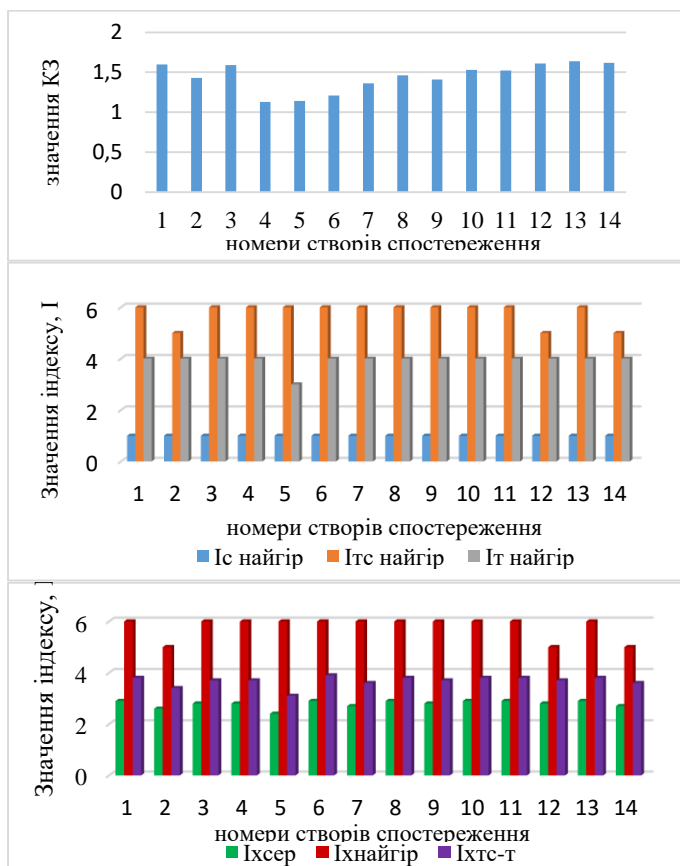


Рис. 8. Результати гідрохімічної оцінки

2. За методикою «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями» якість річкової води відповідає:

- за середніми значеннями показників індексу сольового блоку якість води належить до I-го класу 1 категорії.  $I_{c \text{ серед}}=1$  у всіх створах спостережень. Концентрації речовин цього блоку є практично незмінними за весь період спостережень;

- середні значення індексів трофо-сапробіологічного блоку ( $I_{тс}$ ) показали нижчу якість води,  $I_{тс \text{ серед}}= 3,1-4,3$ . Пріоритетними речовинами є  $БСК_5$ , речовини азотної групи та фосфати. За їх вмістом якість води належить до III-го класу 4-5 категорії та IV-го класу 6 категорії;

- за вмістом заліза, цинку та марганцю (блок специфічних показників токсичної та радіаційної дії) якість води відповідає II-ому класу 3 категорії та III-ому класу 4 категорії.  $I_{\text{Тсер}} = 2,0-4,0$ ;

- за середніми значеннями хімічного індексу ( $I_{\text{Хсер}}$ ) якість води відповідала: у м. Луцьк – II-ому класу 2 категорія; в усіх інші створах – II-му класу 3 категорії;

- за найгіршими значеннями хімічного індексу ( $I_{\text{Хнайгір}}$ ): у Хрінницькому водосховищі, смт. Зарічне, вище скиду о/с ВКП та на витоці ріки в Білорусь – III-ому класу 5 категорії; в усіх інші створах – IV-ому класу 6 категорії;

- за значеннями хімічного індексу без урахування сольового блоку ( $I_{\text{ХТС-Т}}$ ): у Хрінницькому водосховищі – II-ому класу 3 категорії; в усіх інші створах – III-ому класу 4 категорії.

За результатами гідрохімічної оцінки за різними методиками встановлено, що результати за КЗ є порівнюваними лише з середніми значеннями хімічного індексу. Якість води відповідає II-ому класу, якість води за станом – добра, за ступенем чистоти – води чисті, за рівнем забрудненості – слабозабруднені, за сапробністю –  $\beta'$ -мезасапробні, за трофністю – мезоевтрофні.

Лише гідрохімічна оцінка якості води не дає повного розуміння процесів, що відбуваються у водному середовищі, з екологічної точки зору. Враховуючи ще і зменшення кількості місць відбору проб води і незадовільну періодичність (як правило, 1 раз на рік), нами було проведено і біологічні спостереження, адже гідробіота віддзеркалює усі зміни екологічного стану водного середовища, одночасно реагуючи на комплекс різноманітних чинників і забруднювачів. Враховуючи те, що вода є середовищем існування гідробіонтів, було оцінено стан р. Стир за показниками вищих водних рослин, макрзообентосом та найпростішими мікроорганізмами її донних відкладів. Вказані індикаторні групи організмів є показовими, оскільки вони не змінюють свого місця існування, а отже, відображають як стан води, в якій знаходяться, так і стан середовища в цілому.

За індексом фітоіндикації на 7-и з 8-и проаналізованих ділянках, якість води відповідає III класу, стан водного середовища задовільний, тільки на 6-ій оцінено як II-й клас, стан водного середовища – добрий. Кількість виявлених видів коливається від 10 до 39, серед яких були виокремлені наступні чутливі: *Nuphar lutea*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton perfoliatus*, *Stuckenia pectinata*, *Ceratophyllum demersum*, *Ceratophyllum submersum*, *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Equisetum fluviatile*, *Staurogeton trisulcus*, *Iris pseudacorus*, *Batrachium rionii* та деякі інші.

За біотичним індексом ТВІ якість води у с. Вербень та смт. Зарічне відповідає II-ому класу, за ступенем чистоти – води чисті, за сапробністю –  $\beta$ -мезасапробні; в м. Луцьк – III-ому класу якості, за ступенем чистоти – води забруднені, за сапробністю –  $\alpha$ -мезасапробні. У досліджуваних пробах були виявлені: личинки одноденок (*Ephemeroptera*), волохокрильців (*Trichoptera*), бокоплави (*Amphipoda Gammaridae*), бабки (*Odonata*), водяний віслючок (*Asellus aquaticus*), молюски (*Bivalvia, Gastropoda*), дзвінцеві (*Chironomidae*), олігохети (*Oligochaeta*), нематоди (*Nematoda*) та п'явки (*Hirudinea*).

Результати за гідробіологічним оцінюванням гірші у порівнянні з результатами за КЗ та середніми значеннями хімічного індексу, проте вказують на зв'язок з результатами за найгіршими значеннями хімічного індексу, які і регламентовано використовувати при визначенні екологічного стану масивів поверхневих вод. Варто враховувати і те, що результати аналізу за хімічними показниками дають інформацію про якість води лише на момент відбору проб, тоді як біоіндикатори більш пролонговано відображають стан водного середовища.

У донних відкладах формується складний біоценоз зі скупчень бактерій та найпростіших мікроорганізмів, кількість яких зростає у забрудненому водному середовищі. Вони використовують органічні речовини, вуглеводні, жири, речовини азотної групи та інші в якості поживного і енергетичного субстрату. Інформація про значний вміст та життєдіяльність бактерій та найпростіших у донних відкладах сигналізує про проходження процесу біотичного очищення середовища.

За результатами досліджень найпростіших мікроорганізмів у донних відкладах виявили, що найбільша кількість груп і чисельність живих і активних представників зустрічалися в місці відбору проб м. Луцьк (16), менше – в двох інших с. Вербень – 12, смт. Зарічне – 9.

Це свідчить про значно більше забруднення водного середовища в м. Луцьк, оскільки централізовано скидається найбільша в басейні кількість комунально-побутових і промислових стічних вод. В аналізованих пробах були виявлені представники джгутикових, інфузорій, амеб, саркодових, ціанобактерій, коловертки. Часте трапляння джгутикових та інфузорій свідчить про застій мулу, порушення аерації, амеб – про переважання важкоокислювальної органіки, ціанобактерій, саркодових – про наявність комплексу отруйних органічних, нафто і жироподібних речовин.

Проаналізувавши залежності фактичних значень концентрацій забруднюючих речовин у воді та частоту трапляння мікроорганізмів у донних відкладах, нами запропоновано експрес-оцінку якості води. За результатами кореляції, виявили дуже сильні зв'язки між частотою трапляння найпростіших та сульфатами, розчиненим киснем, ХСК, азотом амонійним, нітритами, залізом та марганцем. Саме ці речовини є лімітуючими у формуванні якості води. В основу запропонованої експрес-оцінки лягли прогностично-математичні моделі:

$SO_4=0,4218x+30,515$	$r=0,95$	$R^2=0,91$
$O_2=-0,1454x+10,45$	$r=-0,95$	$R^2=0,90$
$XCK=-3,3832x+66,17$	$r=-0,97$	$R^2=0,94$
$NH_4=0,0428x-0,195$	$r=0,93$	$R^2=0,86$
$NO_2=0,0089x-0,01$	$r=0,91$	$R^2=0,82$
$Fe=-0,0289x-0,512$	$r=-0,97$	$R^2=0,93$
$Mn=-0,0015x+0,02$	$r=0,91$	$R^2=0,82$

Нами проаналізовано самоочисну здатність річки за пріоритетними у формуванні якості води речовинами на окремих ділянках, від одного створу спостереження до наступного вниз за течією і в цілому (рис. 9). Встановлено, що



річка володіє здатністю до самоочищення. В основі такої здатності, окрім гідродинамічних, біохімічних, хімічних і фізичних процесів, лежить здатність гідробіоти здійснювати фільтрацію води, поглинати, накопичувати, окислювати та споживати забруднюючі речовини у результаті своєї життєдіяльності.

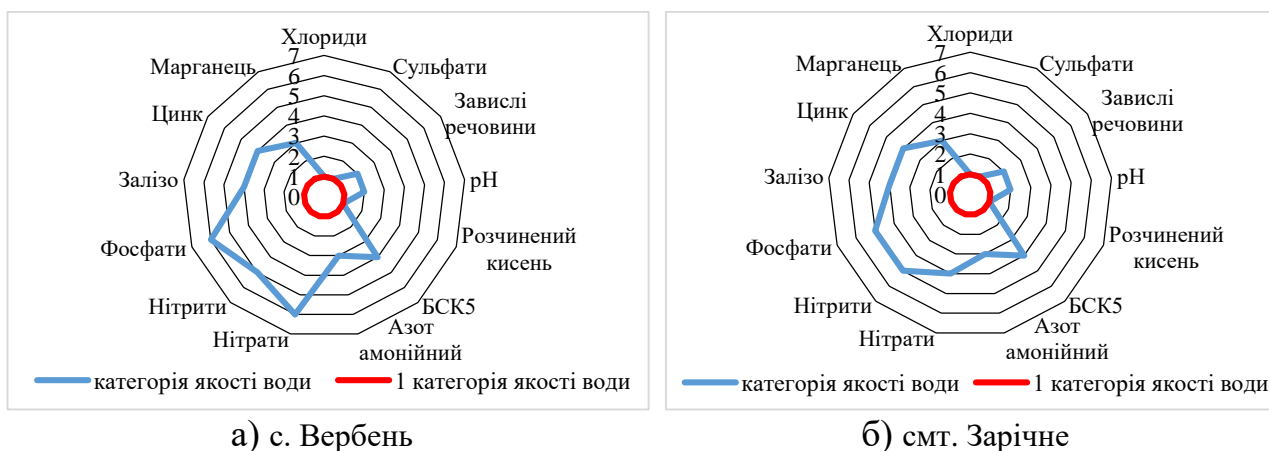


Рис. 9. Якість води за середніми значеннями концентрацій речовин

За результатами проведених досліджень нами оцінено загальний водний ризик для басейну р. Стир на 2020 р., який визначився як «нижче середнього». Кількість фізичних ризиків характеризується як «нижче середнього», якість фізичних ризиків, яка базується на поєднанні двох параметрів («надходження неочищених стічних вод» та «рівень евтрофікації») – «надзвичайно висока», а нормативний та репутаційний ризики у загальному підсумку відповідають значенню шкали «нижче середнього». Вірогідність водного стресу для басейну р. Стир на 2030 та 2040 роки, за умови збереження існуючого рівня антропогенного навантаження, зросте у порівнянні з 2020 р. та відповідатиме категорії «від середнього до високого» (рис. 10, 11).

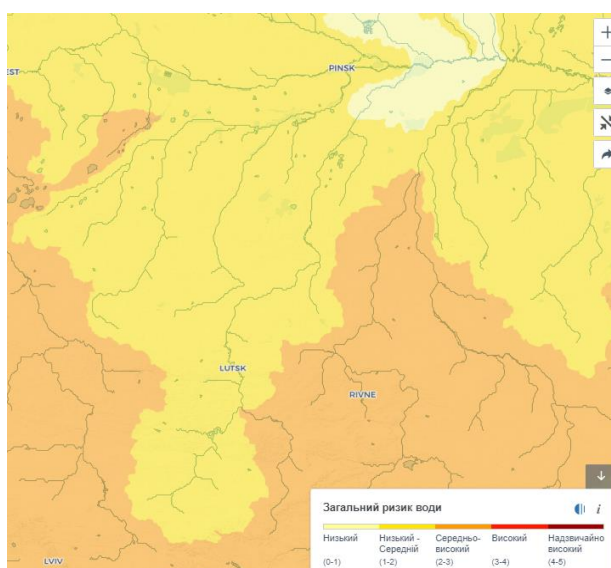


Рис. 10. Загальний водний ризик р. Стир на 2020 р.

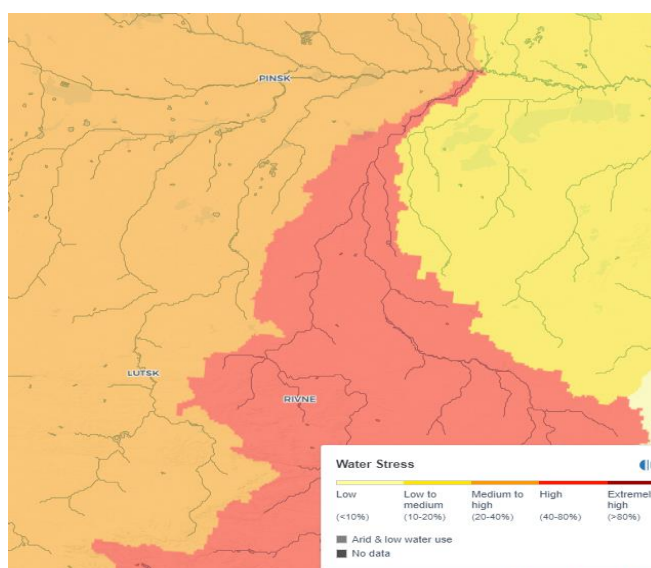


Рис. 11. Тенденція розвитку екологічного стресу на 2030 та 2040 рр.

Для недопущення прогнозованої ситуації необхідно невідкладно запроваджувати басейновий підхід для управління річковим басейном, а для забезпечення його ефективності необхідно налагодити систематичний і комплексний контроль за всіма розглянутими у роботі факторами впливу. Це можливо зробити шляхом запровадження екологічного моніторингу басейну річки.

У п'ятому розділі «Розробка моделі екологічного моніторингу порушеної водної екосистеми р. Стир» проаналізовано сучасний стан моніторингу поверхневих вод, розроблені програма громадського екологічного моніторингу, універсальна модель екологічного моніторингу річкового басейну та запропоновані компенсаційні заходи, які сприятимуть відновленню та охороні порушеної водної екосистеми р. Стир.

На шляху до досягнення/підтримання «доброго» екологічного стану масивів поверхневих вод постала необхідність розробки моделі екологічного моніторингу водних екосистем, яка ґрунтується на інформативності, незначних фінансових, часових та ресурсних затратах і може бути реалізована громадськими активістами і просто небайдужими людьми. Запропонована програма громадського екологічного моніторингу включає перелік контрольованих показників, до яких увійшли: природно-кліматичні, антропогенні (точкові та дифузні), ландшафтно-територіальні, фізико-хімічні, гідроморфологічні та біологічні (рис. 12, 13). Систематичні спостереження за запропонованими показниками значно доповнюють і розширюють базу даних щодо екологічного стану басейну і дадуть можливість вчасно реагувати на причини виникнення несприятливих ситуацій.

За результатами дослідження порушеної водної екосистеми р. Стир з урахуванням основних водно-екологічних проблем та специфіки кожної водогосподарської ділянки (верхня – наявність водосховища, значний рівень розораності та мала лісистість; середня – найбільший населений пункт в басейні, значний рівень урбанізованості; нижня – наявність АЕС, дотримання оптимуму балансу перетворених і умовно непорушених територій; транскордонна ділянка та ін.) запропоновані компенсаційні заходи як складові плану управління річковим басейном. Вони ґрунтуються на заходах зменшення фактичного рівня навантаження точковими та дифузними джерелами, оптимізації ландшафтно-територіальної структури та контролю гідроморфологічних змін. Впровадження запропонованих компенсаційних заходів сприятиме досягненню стратегічної екологічної цілі.

# СПОСТЕРЕЖЕННЯ



Рис. 12. Блок-схема моніторингу – блок «Спостереження»

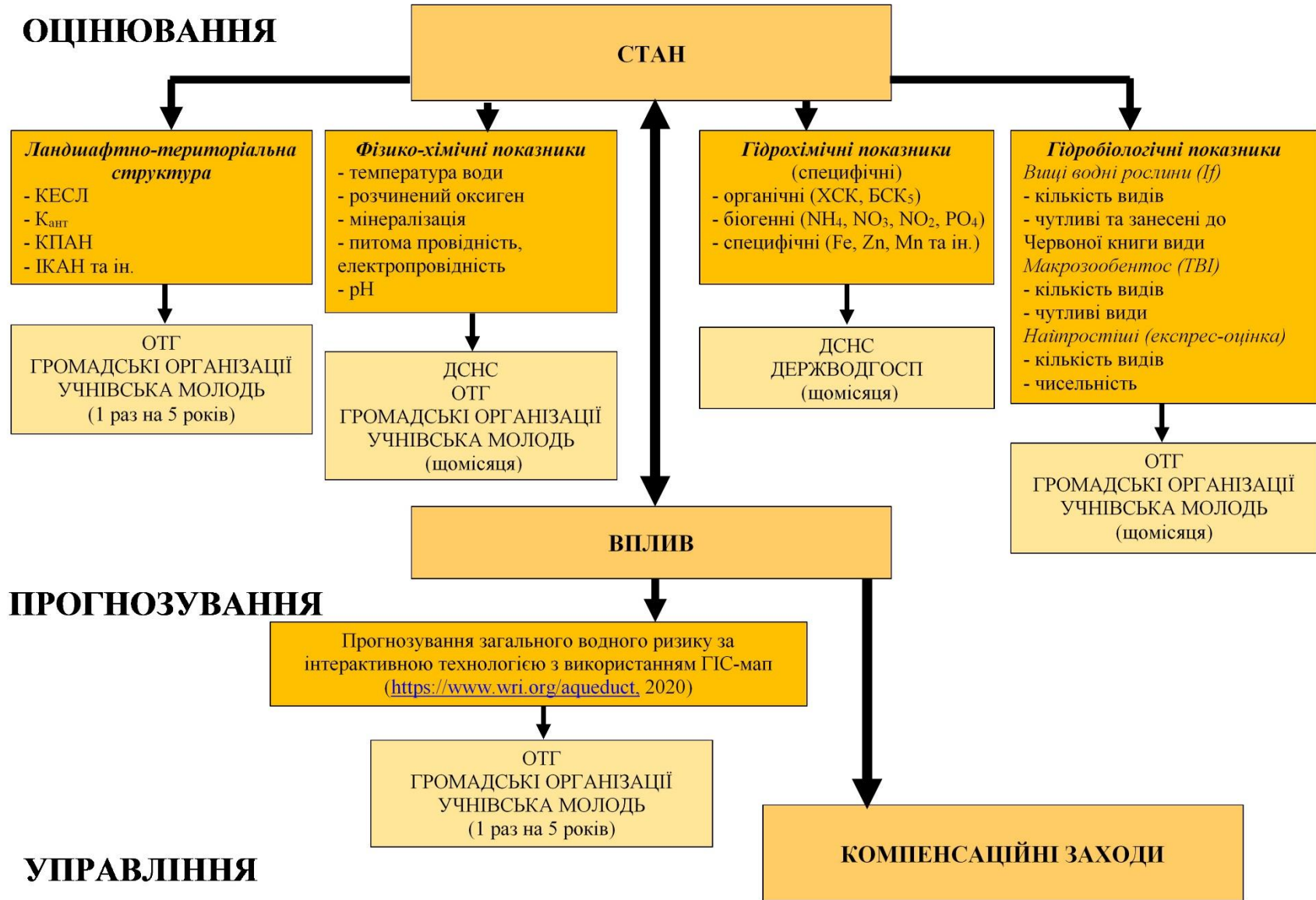


Рис. 13. Блок-схема моніторингу – блоки «Оцінювання», «Прогнозування»

## ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота присвячена обґрунтуванню необхідності запровадження екологічного моніторингу порушеної водної екосистеми як складової інтегрованого управління басейнами річок. Для розроблення ефективної програми екологічного моніторингу необхідно було визначити основні природно-антропогенні чинники впливу як на формування екологічного стану басейну, так і на якісний стан поверхневих вод. Проведені дослідження показали, що:

**1.** Зростання середньорічної температури повітря та зменшення кількості та ефективності опадів призвели до: збільшення глибини та пришвидшення процесу прогрівання верхнього шару води; збільшення випаровування з відкритої водної поверхні та водозбірної території; зменшення водності. Швидкість та повторюваність вітрів у басейні (західні, північно-західні) сприяють активізації бічної ерозії та замуленню річки.

**2.** Доведено, що рівень антропогенного навантаження формує значна кількість точкових (КП «Луцькводоканал», Кузнецовське МКП, Рівненська АЕС та інші) та дифузних (стік з сільськогосподарських та селітебних територій, сміттєзвалищ, тваринницьких ферм) джерел впливу. Встановлено, що басейн р. Стир є сильно урбанізованим (10,6 %) та розораним (близько 44 %), особливо у верхній та середній ділянках. За результатами оцінювання ландшафтно-територіальної структури басейну р. Стир встановлено: стійкість ландшафтів басейну в цілому оцінюється як нестабільні ( $K_{ЕСЛ}=0,82$ ); за коефіцієнтом антропоїзації – як середньо трансформована територія ( $K_{ант}=5,49$ ). Розподіл земель верхньої та частково середньої ділянок характеризуються порушенням оптимуму балансу перетворених і умовно непорушених територій (1:3).

**3.** Визначено, що якість води р. Стир за гідрохімічними показниками відповідає:

- за значенням КЗ (1,13–1,64) – II-му класу якості, слабо забруднена;
- за найгіршими значеннями хімічного індексу ( $I_{хнайгір}$ ) – III-ому класу 5 категорії та IV-ому класу 6 категорії, якість води за станом – задовільна та не задовільна, за ступенем чистоти – води помірно забруднені та брудні відповідно.

Встановлено, що пріоритетними у формуванні якості води є: трофосапробіологічний блок ( $BCK_5$ , речовини азотної групи та фосфати) – за їх вмістом якість води належить до III-го класу 4-5 категорії та IV-го класу 6 категорії та блок специфічних речовин токсичної та радіаційної дії (залізо, цинк, марганець) – якість води відповідає II-ому класу 3 категорії та III-ому класу 4 категорії. Підвищений вміст вказаних речовин формують в основному дифузні джерела (сільське господарство, населення, атмосферні опади), надходження фосфатів, в більшій мірі, пов'язано з комунально-побутовими стоками.

**4.** Доведено, що якість водного середовища за індексом фітоіндикації відповідає в основному III-ому класу, стан водного середовища – задовільний; за біотичним індексом ТВІ – II (с. Вербень, смт Зарічне) – III (м. Луцьк) класам, за ступенем чистоти – води чисті та забруднені відповідно. Найбільш забруднена річкова вода у створі м. Луцьк, що співпадає з результатами гідрохімічного аналізу.

За результатами досліджень кількості груп і чисельності живих і активних представників найпростіших у донних відкладах, запропоновано методику експрес-оцінки якості води, в основу якої лягли прогностично-математичні моделі. Виявлено дуже сильні кореляційні зв'язки між частотою трапляння

найпростіших та: сульфатами ( $r=0,95$ ), розчинним киснем ( $r=-0,95$ ), ХСК ( $r=-0,97$ ), азотом амонійним ( $r=0,93$ ), нітритами ( $r=0,91$ ), залізом ( $r=-0,97$ ) та марганцем ( $r=0,91$ ). Саме ці речовини є лімітуючими у формуванні якості води.

5. Встановлено, що річка володіє здатністю до самоочищення. Простежено зміни концентрацій пріоритетних речовин та виявлено ділянки, на яких відбувається погіршення якості води. Це дає можливість локалізації чинників негативного впливу.

6. Доведено, що надмірний антропогенний вплив у поєднанні з несприятливими проявами кліматичних змін стали причиною наявності ризику недосягнення доброго екологічного стану вод у всіх трьох водогосподарських ділянках водотоку. Загальний водний ризик у 2020 р. оцінено як «нижче середнього». Встановлено, що вірогідність водного стресу для басейну р. Стир на 2030 та 2040 роки, за умови збереження існуючого рівня антропогенного навантаження, зросте та відповідатиме категорії «від середнього до високого».

7. Запропоновано модель екологічного моніторингу річкового басейну, яка може використовуватись басейновими радами річок різних регіонів України. До переліку визначених законодавством контрольованих показників додатково включено кліматичні показники, структурні елементи ландшафту, гідрографічної мережі з урахуванням її порушення, до спостережень і оцінки за якими можуть бути залучені громадські організації.

8. За результатами проведених досліджень порушеної водної екосистеми р. Стир з урахуванням основних водно-екологічних проблем та специфіки кожної водогосподарської ділянки, запропоновано компенсаційні заходи плану управління річковим басейном, що згруповані у блоки: зменшення фактичного рівня навантаження точковими та дифузними джерелами; оптимізація ландшафтно-територіальної структури; контроль гідроморфологічних змін.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

1. Створити Басейнову раду р. Стир на громадських засадах;
2. Рекомендувати запропоновану модель екологічного моніторингу річкового басейну до використання Басейновими радами річок різних регіонів України, оскільки вона включає показники, що відображають екологічний стан басейну в цілому (природно-кліматичні, характеристики точкових та дифузних джерел забруднення, показники ландшафтно-територіальної структури і альтернативні методи біологічних досліджень). Контролювання цих показників рекомендовано до виконання громадськими організаціями.
3. Для стабілізації екологічної ситуації в басейні р. Стир рекомендувати ОТГ збільшити показник лісистості на 10,7 % за рахунок переведення непродуктивних і малопродуктивних земель сільськогосподарського призначення під лісонасадження.

### **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ** *Статті у фахових виданнях України*

1. Вознюк Н. М., Копилова О. М. Біомоніторинг у системі оцінювання стану гідроекосистем. *Вісник НУВГП. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2015. Т. 1, № 69. С. 32–39. (узагальнення теоретичних матеріалів, написання статті – спільно, підготовка до публікації).
2. Вознюк Н. М., Копилова О. М. Моніторинг поверхневих вод р. Стир за гідрохімічними показниками. *Вісник НУВГП. Сер. Сільськогосподарські*

науки. 2016. Т. 2, № 74. С. 115–122. (проведення частини експериментальних досліджень, аналіз їх результатів, написання статті – спільно, підготовка до публікації).

3. Вознюк Н. М., Копилова О. М., Стецюк Л. М. Екологічна стійкість ландшафту водного басейну як один із факторів формування стану гідроекосистеми (на прикладі р. Стир). *Вісник НУВГП. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2019. Т. 1, № 85. С. 26–31. (проведення частини експериментальних досліджень, аналіз результатів, побудова карти, написання статті – спільно, підготовка до публікації).

4. Копилова О. М., Вознюк Н. М., Ліхо О. А. Хрінницьке водосховище як невід’ємний елемент водної екосистеми р. Стир. *Вісник НУВГП. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2019. Т. 2, № 86. С. 109–117. (збір, опрацювання та аналіз статистичної гідрохімічної інформації, узагальнення результатів, побудова карти, написання статті – спільно, підготовка до публікації).

5. Клименко М. О., Буднік З. М., Копилова О. М. Кліматичні особливості формування екологічного стану басейну р. Іква. *Вісник НУВГП. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2020. Т. 2, № 90. С. 60–71. (узагальнення теоретичних матеріалів, аналіз результатів, написання статті – спільно, підготовка до публікації).

***У фахових наукових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних***

1. Ecological risks in river basins: a comparative analysis of steppe and forest Ukrainian areas / V. P. Skyba, O. M. Kopylova, N. M. Vozniuk, O. A. Likho, A. M. Pryshchepa, Z. M. Budnik, K. Y. Gromachenko, K. P. Turchina. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, No 1. P. 306–314. doi: 10.15421/2021\_46 (проведення частини експериментальних досліджень, аналіз результатів, написання статті, підготовка до публікації – спільно).

***Статті в наукових періодичних виданнях інших держав:***

1. Klymenko M. O., Voznyuk N. M., Kopylova O. M. Dynamics of phosphate conditions in Ukrainian part of Western Bug river basin. *Problems of water protection in the Bug and Narew river catchments* : monograph. Warsaw, 2014. P. 175–192.

2. Вознюк Н. Н., Копылова О. М. Оценка качества поверхностных вод Каховского водохранилища. *Вестник МАНЭБ*. 2014. Т. 19, № 4. С. 21–28.

3. Вознюк Н. Н., Копылова О. М. Сравнение подходов оценки экологического состояния гидроэкосистем (на примере р. Стырь). *Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця*. 2016. Вип. 9. С. 87–90.

4. The Trends of Development of Phosphate Regime in Western Bug SURFACE Waters on the Territory of Ukraine / N. Voznyuk, E. Likho, F. Prischepa, O. Kopylova. *International Journal of New Economics and Social Sciences*. 2017. № 1 (5). P. 162–171.

5. Копилова О. М., Вознюк Н. М. Ревіталізація екосистеми басейну р. Стир. *The development of nature sciences: problems and solutions: conference proceedings*, april 27–28, 2018. Brno: The Baltic Publishing, 2018. P. 80–84.

***Матеріали наукових конференцій***

1. Копилова О. М., Вознюк Н. М. Основні аспекти впливу різних факторів на біологічні системи у водному середовищі. Земноводні як індикатори стану гідроекосистем. *Вода: проблеми та шляхи вирішення* : зб. ст. наук.-практ.

конф. з міжнар. участю, 5–8 лип. 2017 р. Житомир : Укрекобіокон, 2017. С. 170–175

2. Копилова О. М., Вознюк Н. М. Інтегроване управління водними ресурсами на шляху до сталого розвитку України (на прикладі р. Стир). *Стратегія сталого розвитку України: сьогодні та перспективи* : матеріали Всеукр. інтернет-конф., присвяч. 75-річчю видат. вченого, д-ра с.-г. наук, проф., заслуженого діяча науки і техніки України, акад. МАНЕБ Клименка Миколи Олександровича. Рівне : НУВГП, 2020. С. 73–76.

3. Копилова О. М. Порівняльний аналіз динаміки якості поверхневих вод р. Стир в межах Рівненської області. *Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства* : матеріали II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 19–20 берез. 2015 р. Тернопіль : Крок, 2015. С. 84–86.

4. Вознюк Н. М., Копилова О. М. Переваги біомоніторингу в системі оцінювання стану гідроекосистем. *V-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю* : зб. наук. пр., 23–26 верес. 2015 р. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2015. С. 104.

5. Вознюк Н. М., Копилова О. М. Біологічні методи оцінки якості води як складова екологічної політики. *Регіон-2015: стратегія оптимального розвитку* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 5-6 листоп. 2015 р. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. С. 260–262.

6. Вознюк Н. М., Копилова О. М. Дослідження гідроекосистеми на основі біологічних елементів. *Ukraine – EU. Modern Technology, Business and Law* : collection of international scientific papers (april 19-23, 2016, Slovak republic, Poland). Chernihiv : CNUT, 2016. Part 2. P. 85–88.

7. Вознюк Н. М., Копилова О. М. Порівняльна оцінка якості поверхневих вод р. Стир в межах Волинської області за різними методиками. *Управління водними ресурсами в умовах змін клімату* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. Всесвіт. дню води, 21 берез. 2017 р. Київ, 2017. С. 170–171.

8. Копилова О. М., Вознюк Н. М. Антропогенний чинник як фактор формування якості поверхневих вод р. Стир. *Водні екосистеми у контексті євроінтеграції: реалії та перспективи* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., приуроч. до Всесвіт. дня водних ресурсів, 21–22 берез. 2019 р. Житомир : ЖНАЕУ, 2019. С. 85–88.

## АНОТАЦІЯ

**Копилова О. М. Екологічний моніторинг порушених водних екосистем (на прикладі р. Стир). – На правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.16 – екологія. – Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, 2021.

Дисертаційна робота присвячена обґрунтуванню необхідності запровадження екологічного моніторингу порушеної водної екосистеми як складової інтегрованого управління басейнами річок.

Для розроблення ефективної програми екологічного моніторингу в роботі визначено основні природно-антропогенні чинники впливу як на формування екологічного стану басейну, так і на якісний стан поверхневих вод.

Визначено, що рівень антропогенного навантаження у басейні р. Стир формує значна кількість точкових та дифузних джерел впливу. Сучасний стан



господарювання у басейні річки (верхній та частково середній ділянках) призвів до порушення оптимуму балансу перетворених і умовно непорушених територій.

Проведено оцінку якості водного середовища р. Стир за комплексом гідрохімічних та гідробіологічних показників задля аналізу його як середовища існування гідробіонтів і ресурсу прісної води. Пріоритетними у формуванні якості води є показники трофо-сапробіологічного блоку (БСК<sub>5</sub>, азот амонійний, нітриту, фосфати) та блоку специфічних речовин токсичної та радіаційної дії (залізо, цинк, марганець).

У структурі моделі екологічного моніторингу річкового басейну запропоновано перелік показників, періодичність їх контролювання і експрес-оцінку екологічного стану водної екосистеми, які є доступними для виконання громадськими організаціями і екологічно-свідомими людьми. Розроблені компенсаційні заходи, які сприятимуть відновленню та охороні порушеної водної екосистеми р. Стир.

**Ключові слова:** басейн річки, водно-екологічні проблеми, антропогенне навантаження, ландшафтно-територіальна структура, якість води, гідрохімічні показники, гідробіологічні показники, екологічна оцінка, екологічний моніторинг, компенсаційні заходи.

## АННОТАЦИЯ

**Копылова О.М. Экологический мониторинг нарушенных водных экосистем (на примере р. Стырь). – На правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 – экология. – Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, 2021.

Диссертационная работа посвящена обоснованию необходимости внедрения экологического мониторинга нарушенной водной экосистемы как составляющей интегрированного управления бассейнами рек.

Для разработки эффективной программы экологического мониторинга в работе определены основные природно-антропогенные факторы влияния как на формирование экологического состояния бассейна, так и на качество поверхностных вод.

Определено, что уровень антропогенной нагрузки в бассейне р. Стырь формирует значительное количество точечных и диффузных источников воздействия. В бассейне реки (на верхнем и частично среднем участках) нарушен оптимум баланса преобразованных и условно ненарушенных территорий.

Проведена оценка качества водной среды р. Стырь по комплексу гидрохимических и гидробиологических показателей для анализа ее как среды обитания гидробионтов и ресурса пресной воды. Приоритетными в формировании качества воды являются показатели трофо-сапробіологічного блока (БПК<sub>5</sub>, азот аммонійний, нітриту, фосфаты) и блока специфических веществ токсического и радиационного воздействия (железо, цинк, марганец).

В структуре модели экологического мониторинга речного бассейна предложены перечень показателей, периодичность их контроля и экспрес-оценка экологического состояния водной экосистемы, которые доступны для выполнения общественными организациями и экологически сознательными людьми. Разработанные компенсационные меры, способствующие восстановлению и охране нарушенной водной экосистемы р. Стырь.

**Ключевые слова:** бассейн реки, водно-экологические проблемы, антропогенная нагрузка, ландшафтно-территориальная структура, качество воды, гидрохимические показатели, гидробиологические показатели, экологическая оценка, экологический мониторинг, компенсационные меры.

## SUMMARY

**Kopylova O.M. Ecological monitoring of breaking of aquatic ecosystems (case of the Styr River). – On rights for a manuscript.**

Thesis for the Candidate's Degree in agricultural sciences, specialty 03.00.16 – Ecology. – National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, 2021.

The dissertation is devoted to substantiation of necessity of introduction of ecological monitoring of the broken aquatic ecosystem as a component of integrated management of river basins.

There have been defined the main natural and anthropogenic factors of the influence to develop an effective environmental monitoring program, as for forming the ecological state of the basin, so on the qualitative state of surface water.

It is determined that the level of anthropogenic loading in the Styr River basin forms a significant number of point (industrial and municipal enterprises) and diffusive (flowing from agricultural and residential areas, landfills, livestock farms, etc.) sources of influence. The current state of management in the river basin (upper and partly middle sections) has led to a violation of the optimum balance of changed and conditionally intact areas. Taking into account all these factors, there is a need for urgent environmental protection measures aimed at optimizing the landscape structure of the catchment area.

The quality of the aquatic environment of the Styr River has been assessed according to a set of hydrochemical and hydrobiological indicators for its analysis as a habitat for hydrocoles and a fresh water resource. Priorities in the formation of water quality are the indicators of the tropho-saprobiological block (BOD<sub>5</sub>, ammonia nitrogen, nitrites, phosphates) and the block of specific substances of toxic and radiation action (iron, zinc, manganese).

The overall water risk in 2020 is assessed as “below average”. It is established that the probability of water stress for the Styr River basin for 2030 and 2040, providing that the existing level of anthropogenic loading is maintained, will increase and correspond to the category “from medium to high”.

In the structure of the model of ecological monitoring of the river basin has been offered a list of indicators, periodicity of their control and rapid assessment of the ecological state of the aquatic ecosystem, which are available for implementation by public organizations and ecologically conscious people.

According to the results of the research of the broken aquatic ecosystem of the Styr River, taking into account the main aquatic-ecological problems and the specifics of each water resource region the compensatory measures have been proposed. They are based on reducing the actual level of loading by point and diffuse sources, optimization of the landscape-territorial structure and control of hydromorphological changes. The implementation of the proposed compensatory measures will contribute to the achievement of the strategic environmental goal.

**Key words:** river basin, aquatic-ecological problems, anthropogenic loading, landscape-territorial structure, water quality, hydrochemical indicators, hydrobiological indicators, ecological assessment, ecological monitoring, compensatory measures.

Підписано до друку 08.04.2021р. Формат 60x90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Папір друкарський. Гарнітура Times.  
Друк цифровий. Ум.-друк. арк. 0,9.  
Тираж 100 прим. Зам. №1306

Видавець Червінко А.В.  
Віддруковано ТМ «ДОЦЕНТ»  
33028, м.Рівне, вул. С.Петлюри, 14,а  
тел.:(068) 209 31 61  
(067) 360-96-97  
[www.docent.rv.ua](http://www.docent.rv.ua)

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,  
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції РВ № 49 від 29.05.2009р.*