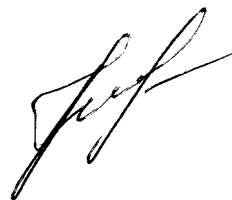


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН

ГРОХОВСЬКА ЮЛІЯ РОМАНІВНА



УДК 502.51:574.5 (282.247.322) (043)

**ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ
ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ**

03.00.16 – екологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті водного господарства та природокористування МОН України

Науковий консультант: доктор сільськогосподарських наук, професор
Клименко Микола Олександрович,
Національний університет водного господарства та природокористування МОН України, завідувач кафедри екології

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Лавров Віталій Васильович,
Білоцерківський національний аграрний університет МОН України, завідувач кафедри загальної екології та екотрофології

доктор сільськогосподарських наук, професор
Мудрак Олександр Васильович,
Комунальний вищий навчальний заклад «Вінницька академія неперервної освіти»,
завідувач кафедри екології, природничих та математичних наук

доктор сільськогосподарських наук, професор
Тараріко Юрій Олександрович,
Інститут водних проблем і меліорації НААН,
завідувач відділення агресурсів та використання меліорованих земель

Захист відбудеться «12» жовтня 2017 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.376.01 в Інституті захисту рослин НААН за адресою: 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 33, зала засідань.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту захисту рослин НААН за адресою: 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 33; корпус 1.

Автореферат розісланий «8» вересня 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Т. П. Панченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Природокористування без урахування екологічних обмежень веде до комплексного порушення стану навколишнього природного середовища (НПС), трансформації природних екосистем. Це, у свою чергу, погіршує структуру та якість природних ресурсів і умови життя людини. Особливо актуальною ця проблема є для прісноводних екосистем, які є джерелом водних та біотичних ресурсів, осередками біорізноманіття, проте поступово деградують в умовах незбалансованої господарської діяльності.

Захист водних ресурсів є пріоритетним напрямом європейської екологічної політики. На спільному засіданні Європейського Парламенту та Європейської Ради у 2000 році було ухвалено Водну Рамкову Директиву (ВРД), метою якої є захист і поліпшення стану водних ресурсів та сприяння сталому (збалансованому) їх використанню, а головним завданням було визначено досягнення до 2015 року «доброго екологічного стану» всіх без винятку водних ресурсів. Відповідно до ВРД, при оцінці екологічного стану первинними вважаються біотичні показники. Біота – це чутливий показник стану довкілля, водночас, саме вона створює і підтримує сприятливі умови життя для себе і людей. Існування біоти та її екологічна роль істотно залежать від удосконалення природоохоронних норм і ширшого й ефективнішого їх застосування у практиці, надання їм пріоритету там, де немає загроз життю і здоров'ю людини.

Збереження якості поверхневих вод і гідробіоти – це проблеми збалансованого природокористування, яке передбачає системну гармонізацію антропоцентричних і біоцентричних засад діяльності, розробку принципів і механізмів узгодженого дотримання суспільних інтересів у тріаді взаємозалежних соціальних, економічних та екологічних, насамперед пріоритетних природоохоронних цінностей з урахуванням сучасних умов та перспектив розвитку (В. В. Лавров, 2009). Відомі нині ефективні наукові підходи до планування господарської діяльності в межах водозборів і захист водних ресурсів від точкових джерел забруднення досі мають обмежене втілення в нашій країні. Попри те, що Україна належить до числа вододефіцитних країн, законодавчо-правові норми управління водними ресурсами часто порушуються. До того ж, антропогенне забруднення річок та водойм обмежує можливість використання цих об'єктів для питного водопостачання і ведення рибництва, поступово скорочує можливості зрошення у рослинництві. Це особливо небезпечно з огляду на глобальне потепління та прогнози зростання потреб сільськогосподарства у воді – за даними UNESCO (1999) до 2025 року очікується зниження водозабезпеченості країн Європи майже на 20%.

Відносно розвинута і багата ресурсами мережа поверхневих вод північної частини території України, особливо водні екосистеми басейну Прип'яті, у ХХ ст. зазнали істотних антропогенних змін, серед яких найбільшими за масштабом впливу стали розорювання басейнів річок і сільськогосподарське освоєння перезволожених територій шляхом осушувальної меліорації. Порушення природного рослинного покриву в 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 і їх біорізноманіття.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю припинення руйнівного антропогенного впливу на водні екосистеми басейну Прип'яті, охорони, збереження та забезпечення збалансованого використання їх водних і біотичних ресурсів, у тому числі біорізноманіття. Перша частина вирішення проблеми полягає у впровадженні басейнового принципу управління водними ресурсами на засадах сталого розвитку. Друга – у розробці нових методів очищення стічних вод (СВ) та аквакультури, широкому залученні до систем очищення біотичного блоку за принципом біоконвеєра (П. І. Гвоздяк, 2003). Тому, крім характеристики антропогенних процесів, які призводять до погіршення якості поверхневих вод і порушення біорізноманіття у межах характерного таксону, що репрезентує ситуацію в усьому басейні річки Прип'ять, необхідне проведення комплексного аналізу ресурсів біоти водних об'єктів, у т.ч. її ремедіаційного потенціалу.

Теоретичною основою дисертаційної роботи є праці В. І. Вернадського, Н. Н. Мойсеєва, Л. К. Мечнікова, Г. В. Нікольського, В. Г. Папченкова, Т. Л. Андрієнко, Р. І. Бурди, Я. П. Дідуха, Д. В. Дубини, М. О. Клименка, І. І. Коротуна, Б. М. Миркина, В. В. Мовчана, С. С. Остроумова, В. В. Протопопової, В. Д. Романенка, І. М. Шермана, А. Я. Щербухи, R. Kolkwitz, M. Marsson, R. Abell, M. Borišev, P. A. Chambers, S. Hejny, M. Kottelat, J. Freyhof, C. J. VoËroËsmarty, C. Lerve^que, C. Revenga та багатьох інших вітчизняних та зарубіжних науковців.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження є складовою державної науково-дослідної роботи, яку виконували в Національному університеті водного господарства та природокористування (НУВГП) «Розробити теоретичні засади оцінки соціо-економіко-екологічного розвитку регіонів територій України в контексті сталого розвитку» (2009–2011 рр.; № ДР 0114U001144), а також внутрішніх тем НУВГП: «Охорона і раціональне використання природних ресурсів Полісся України» (2005–2009 рр.; № ДР 0107U004183), «Раціональне використання й охорона природних ресурсів Полісся України» (2014–2016 рр.; № ДР 0114U001143); «Збереження і відтворення різноманіття водних біоресурсів трансформованих водних об'єктів Поліських регіонів і лісостепу України» (2014–2016 рр.; № ДР 0114U001158). Автор брала участь у грантовому проекті під патронатом Програми малих грантів Глобального екологічного фонду та ООН: «Проект по створенню науково-освітнього комплексу з охорони та відтворення іхтіофауни Рівненської області», здійснюваного громадською організацією Регіональний екологічний центр «Волинь» (2012 р.).

Мета і завдання дослідження. Мета – обґрунтування екологічних основ збалансованого використання абіотичних та біотичних ресурсів водних екосистем (на прикладі району правобережних приток середньої течії річки Прип'ять у складі 16 екорегіону Європи згідно з ВРД).

Для досягнення мети було визначено наступні завдання:

– за науковими джерелами вивчити вітчизняний і зарубіжний досвід оцінки впливу антропогенної діяльності на стан водних екосистем, якість поверхневих вод та структуру біоти, використання її здатності до покращення якості води;

– систематизувати інформацію про екологічний стан водних об'єктів басейну Прип'яті та провести узагальнену оцінку якості поверхневих вод водойм та водотоків, які контролюються у системі регіонального екологічного моніторингу за рибогосподарськими і екологічними нормативами;

– дослідити механізми та наслідки антропогенного впливу на якість поверхневих вод;

– здійснити комплексний аналіз систематичної та еколого-біологічної структури водної флори регіону, оцінити її ресурсне значення та наслідки антропогенного впливу на рослинний світ водойм та водотоків, з'ясувати природоохоронний статус видів та угруповань вищих водних рослин (ВВР);

– встановити систематичну та еколого-біологічну структуру іхтіофауни, перелік та місця поширення рідкісних видів круглоротих і риб басейну Прип'яті в межах Рівненщини, вплив господарської діяльності на біорізноманіття і біопродуктивність іхтіофауни;

– узагальнити дані про антропогенні процеси, які відбуваються у водних екосистемах, особливо вразливих, оцінити їх стан за гідрохімічними і біотичними характеристиками, сформувати регіональний список стійких до антропогенного впливу гідробіонтів як сировинну базу для розробки екологічних біотехнологій;

– обґрунтувати перспективи комплексних систем, що поєднують процеси очищення вод та вирощування біомаси ресурсних організмів.

Об'єкт дослідження – зміна стану водних екосистем і деградація їх ресурсів під антропогенним впливом.

Предмет дослідження – показники, які характеризують стан ресурсів водних екосистем басейну Прип'яті (району правобережних приток середньої течії річки), можливості їх покращення і збалансованого використання залученням потенціалу гідробіоти та охорони вразливих видів і екосистем.

Гіпотеза. Стратегія збереження та збалансованого використання ресурсів прісноводних екосистем повинна базуватися на визначальній ролі гідробіоти із переходом на модель управління нею методами екобіотехнологій (розробкою заходів щодо збереження та відтворення вразливих видів і використанням самоочисної функції стійких видів).

Методи дослідження. В основу досліджень покладено методологію системного аналізу стану водних екосистем, які зазнають впливу комплексу антропогенних чинників різного типу та інтенсивності дії (причинно-наслідкові зв'язки трансформації водних екосистем, погіршення якості поверхневих вод, зміни різноманіття гідробіоти).

Фізико-хімічні та біохімічні дослідження (вміст розчинених і завислих речовин у воді, концентрація елементів у гідробіонтах), а також гідробіологічні дослідження проводили за загальноприйнятими методиками в атестованих лабораторіях Державної екологічної інспекції у Рівненській області, Рівненської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН (с. Шубків), а також лабораторії кафедри екології і водних біоресурсів НУВГП.

У роботі використано підходи до оцінки якості води за системою гранично допустимих концентрацій для водних об'єктів рибогосподарського користування

(ГДК_{риб}), індексу забруднення вод (ІЗВ) та інтегрального екологічного індексу (І_е) за «Методикою екологічної оцінки поверхневих вод за відповідними категоріями». Узагальнені блокові індекси якості води визначали за середніми і найгіршими значеннями. Математична обробка даних була здійснена з використанням пакету програм Microsoft Excel.

Наукова новизна отриманих результатів. Виявлено механізми та наслідки впливу антропогенної діяльності на ресурси водних екосистем басейну Прип'яті, на якість води і гідробіоту, а також запропоновано нові науково-методичні засади та практичні підходи до подолання явищ їх деградації і збалансованого використання, що базуються на ролі гідробіоти із переходом на модель управління нею методами екобіотехнологій.

Вперше:

- встановлено видовий склад водної флори регіону, що налічує 107 видів вищих рослин, які належать до 62 родів і 30 родин; проаналізовано систематичну, еколого-біологічну та господарську структуру; встановлено місця поширення і складено перелік раритетних видів, до якого включено 33 види із 26 родів і 19 родин;

- здійснено загальну характеристику іхтіофауни регіону, що налічує 43 види риб і один вид круглоротих, які належать до 42 родів і 13 родин; проаналізовано систематичну структуру, фауністичні комплекси та екологічні групи, особливості біорізноманіття і його залежність від антропогенного впливу, складено перелік та встановлено місця поширення раритетних видів;

- визначено біоаккумуляційні характеристики популяцій стійких до антропогенного забруднення місцевих видів водних рослин та визначено види, які придатні для культивування в системах біологічного доочищення СВ;

- теоретично обґрунтовано та розроблено рекомендації щодо впровадження екобіотехнологій десапробізації, що базуються на утилізації органічних забруднювальних речовин резистентними гідробіонтами (полі- й мезосапробами різних систематичних і екологічних груп) з можливим наступним використанням біомаси гідробіонтів (наприклад, для кормових цілей у рибництві);

- запропоновано підходи до створення системи органічної аквакультури завдяки засвоєнню відходів культивування водних живих ресурсів у штучних трофічних ланцюгах.

Удосконалено:

- теоретико-методологічні засади формування регульованого кругообігу речовини і енергії в антропогенно трансформованих екосистемах за прикладом природного кругообігу;

- методологію пошуку перспективних біоремедіаторів шляхом виявлення внеску різних груп гідробіонтів у процеси самоочищення водних об'єктів, забруднених внаслідок господарської діяльності.

Набуло подальшого розвитку:

- дослідження процесів погіршення стану прісноводних екосистем під впливом антропогенної діяльності;

- ідея коеволюції людини і біосфери в аспекті обґрунтованого використання здатності гідробіонтів до знешкодження відходів господарської діяльності, які потрапляють у водні об'єкти, для відновлення порушених екосистем як екологічної основи вирішення проблем збалансованого природокористування;

- науково-теоретичні та практичні положення щодо системного впровадження міжнародних екологічних вимог щодо збереження ресурсів водних екосистем – недопущення потрапляння забруднювальних речовин у природні води та збереження біорізноманіття;

- моніторинг екологічного стану водних об'єктів басейну Прип'яті за гідрохімічними та біотичними показниками;

- підходи до впровадження принципу біоконвеєра у системи доочищення СВ;

- оптимізація природно-заповідної мережі регіону з позицій надання статусу природно-заповідних територій водним об'єктам і певним ділянкам річок, у яких поширені рідкісні види гідробіонтів.

Практичне значення отриманих результатів. Результати досліджень мають теоретичне і практичне значення для збереження та збалансованого використання ресурсів водних екосистем. Вони використовуються у підготовці природоохоронних заходів щодо збереження біорізноманіття регіону. У «Проекті по створенню науково-освітнього комплексу з охорони та відтворення іхтіофауни Рівненської області» під патронатом Програми малих грантів Глобального екологічного фонду та ООН оцінено якість води та стан водного середовища за комплексною екологічною класифікацією та рибогосподарськими нормативами. Для розроблення регіональних проектів Смарагдової мережі України запропоновано включення до мережі природоохоронних об'єктів двох ділянок з максимальним видовим багатством іхтіофауни (на річках Случ і Горинь). Складено список раритетних видів, поширених в межах Смарагдових об'єктів і на прилеглих водоймах і водотоках.

Результати досліджень використані в розробці технології комплексного біологічного очищення циркуляційної води в рибницьких господарствах, що працюють за принципом установки із замкнутим водозабезпеченням (УЗВ): розроблено спосіб очищення (патент № 102108, МПК C02F 3/34 від 12.10.15) та конструкцію біореактора (патент № 105121, МПК C02F 3/34 від 10.03.2016).

За результатами досліджень підготовлено монографії, навчальні посібники, практичні програми і методики для студентів Навчально-наукового інституту агроєкології і землеустрою НУВГП, що увійшли до навчальних дисциплін «Основи гідроекології», «Гідроботаніка», «Біологічний моніторинг водного середовища», «Біохімія гідробіонтів», які автор викладала на кафедрі водних біоресурсів НУВГП з підготовки фахівців зі спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура». Також результати досліджень знайшли відображення у навчальних виданнях, які рекомендовані МОНУ («Гідроекологія» – лист № 1/11–14919 від 02.10.2013 р., «Гідроботаніка» – лист 1/11–15932 від 22.10.2013 р.) і використовуються в освітньому процесі на факультетах біологічного та екологічного напрямів вищих навчальних закладів України.

Особистий внесок здобувача. Полягає у визначенні напряму, розробці методології, програми і методів дослідження; у виборі об'єктів, проведенні

польових і лабораторних досліджень, обробці, аналізі та узагальненні їх результатів; узагальненні аналітичних матеріалів державних контролюючих служб і виконанні гідроекологічної та водогосподарської оцінки; статистичній обробці матеріалу; в опублікуванні та апробації результатів дослідження; в розробленні практичних рекомендацій, написанні дисертаційної роботи.

Комплекс теоретичних та експериментальних досліджень виконано за участю автора в рамках кількох творчих колективів і кафедр (кафедр екології та водних біоресурсів НУВГП; кафедри екобіотехнології і біотехніки Національного технічного університету України «КПІ»; відділення крайової епізоотології Інституту сільського господарства Західного Полісся).

Дисертація є завершеною науковою працею автора.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційного дослідження оприлюднені й обговорено на наукових форумах – міжнародних, Всеукраїнських і регіональних з'їздах, конгресах, конференціях, семінарах, круглих столах. Основні з них: наукова конференція «Шляхи збереження і відновлення рибництва та водних екосистем у Поліському регіоні» (Рівне, 2011), семінар з основ охорони та відтворення іхтіофауни Рівненської області (Рівне, 2011), семінар «Охорона та раціональне використання водних біоресурсів Рівненщини» (Рівне, 2013), V-й Міжнародний екологічний форум «Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета» (Херсон, 2013), Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі» (Тернопіль, 2014), Міжнародна конференція молодих учених «Актуальні проблеми ботаніки та екології» (Умань, 2014), II Міжнародна науково-практична конференція «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (Київ, 2014), Перша міжнародна науково-практична конференція «Природа Волині і Поділля: дослідження та охорона» (Броди, 2015), VI Міжнародна наукова конференція «Актуальні проблеми дослідження довкілля» (Суми, 2015), III Міжнародна науково-практична конференція «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (Київ, 2015), Международный научно-практический семинар по индустриальной аквакультуре «Инновационные технологии рыбоводства в рециркуляционных системах» (Беларусь, Горки, 2015), II Международная научная конференция «Агробιοразнообразие для улучшения питания, здоровья и качества жизни» (Нитра, 2015), Міжнародний Конгрес та Технічна виставка «ЕТЕВК-2015. Екологія, Технологія, Економіка, Водопостачання, Каналізація» (Іллічівськ, 2015), VIII Міжнародна іхтіологічна науково-практична конференція «Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології» (Херсон, 2015), V Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Вінниця, 2015), II Всеукраїнська науково-практична конференція за міжнародною участю «Екологічні проблеми природокористування та охорона навколишнього середовища» (Рівне, 2015), Ежегодная международная научная конференция «Власть и общество – 2015» (Тбілісі, 2015), II Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Ресурсозбереження та енергоефективність інженерної інфраструктури урбанізованих територій та промислових підприємств» (Харків, 2016), Всеукраїнська науково-практична конференція присвячена Всесвітньому дню води «Вода і робочі місця» (Київ, 2016), Круглий стіл «Проблеми та перспективи іхтіологічних досліджень в рамках розвитку Смарагдової мережі» (Київ, 2016), I Міжнародна науково-практична конференція «перспективи розвитку сільського та

екологічного туризму в Україні» (Березне-Рівне, 2016), Науково-практична конференція з міжнародною участю «Вода: проблеми та шляхи вирішення» (Рівне, 2016), Всеукраїнська науково-практична конференція «Сталий розвиток країни в рамках європейської інтеграції» (Житомир, 2016), VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Біологічні дослідження – 2017» (Житомир, 2017).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 60 наукових працях, у тому числі розділи в трьох колективних монографіях, 28 статтях, з яких 20 – у наукових фахових виданнях України, 4 – у закордонних періодичних виданнях, 4 – в інших виданнях України, 7 навчальних виданнях (підручник і посібники), 2 патенти на корисну модель, 20 – тези та матеріали наукових з'їздів і конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Матеріали дисертації викладено на 360 сторінках друкованого тексту, у т.ч. основний текст – на 300 сторінках. Дисертацію ілюстровано 58 таблицями та 58 рисунками. Список використаних джерел налічує 664 найменування, у т.ч. – 207 латиницею. Додатки викладено на 200 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

РЕСУРСИ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

Проведений аналіз наукових джерел свідчить, що вплив антропогенної діяльності на прісноводні екосистеми супроводжуються зміною їх структурно-функціональних характеристик і фіксується за погіршенням якості поверхневих вод та змінами гідробіоти, зокрема за зниженням біорізноманіття і біопродуктивності іхтіофауни. Визначено, що евтрофікація, органічне і токсичне забруднення на фоні глобальних кліматичних змін – найбільші загрози для збереження якісних і кількісних показників поверхневих вод як джерела водних ресурсів та природного біорізноманіття. Дослідженнями українських вчених встановлено, що глобальні загрози для водних екосистем характерні як в цілому для країни, так і проявляються на місцевому рівні – в межах басейну р. Прип'ять. Крім сучасних антропогенних впливів, важливим регіональним фактором є наслідки осушення боліт у ХХ ст.

Складність розв'язання водогосподарських проблем в Україні пов'язана з соціально-економічними причинами – високою водоємністю вітчизняної економіки, застарілими системами водоочищення, економічними пріоритетами у прийнятті водогосподарських рішень, а також низькою екологічною культурою населення і відсутністю належного громадського контролю за забруднювачами довкілля.

Виділені історичні етапи розвитку сфер і технологій використання водних ресурсів, які пройшли закономірну трансформацію від примітивних форм в епоху натурального господарства до сучасних комплексних систем, які поєднують процеси очищення води з процесом виробництва основної продукції (табл. 1). Трансформація відбувалась одночасно з розширенням використання води для задоволення гігієнічних і культурних потреб, будучи непрямою ознакою «цивілізованості» суспільства, частковою ілюстрацією процесу суспільної еволюції. Сучасний етап – початок формування екологічної культури людства, яка щодо

Розвиток сфер і технологій використання водних ресурсів

Етапи	Процеси
Палеоліт – до 10 (4–3) тисячоліття до н.е.	Спонтанне використання поверхневих вод для побутових господарських і культових цілей.
Аграрний (від неолітичної революції) – з 10 (4–3) тисячоліття до н.е. до XVIII-XIX ст.	Використання водних ресурсів для забезпечення сільського господарства, розвиток гідротехнічного будівництва, технологій централізованого водо постачання і каналізації тощо. Усвідомлена трансформація водних об'єктів для господарських потреб.
Індустріальний (від промислової революції) – з другої половини XVIII до кінця XX ст.	Інтенсивне використання водних ресурсів у процесах індустріалізації та урбанізації. Підвищення ефективності використання гідроенергії. Розробка систем водопідготовки – як відповідь на погіршення санітарно-епідеміологічної ситуації в урбанізованих регіонах, і очищення СВ – як відповідь на забруднення поверхневих вод.
Постіндустріальний або інформаційний (від інформаційної революції у другій половині XX ст.). <i>Екологічний</i> – з кінця XX ст.	Впровадження комплексної системи моніторингу, охорони та відродження водних екосистем на основі екологізації господарської діяльності та формування екологічної культури суспільства. Розробка нових екобіотехнологій «культивування якості води».

водних екосистем у першу чергу передбачає безумовне дотримання чинних суспільних норм використання водних ресурсів і їх удосконалення, що базується на ролі гідробіоти із переходом на модель управління нею методами екобіотехнологій.

СХЕМА, УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розроблена концепція та схема дослідження водних екосистем, яка включає абіотичну і біотичну підпрограми наукового пошуку. В абіотичному блоці проаналізовано дані гідрохімічного моніторингу і класифіковано водні об'єкти за рибогосподарськими та екологічними нормативами. Біотичні компоненти екосистем досліджували за якісними і кількісними характеристиками найзначиміших у господарському відношенні систематичних груп – іхтіофауни та водної флори.

Досліджені водні об'єкти розташовані у північно-західній частині України, а відповідно до гідрографічного районування за вимогами ВРД (В. В. Гребінь та ін., 2013) – у 4 суббасейні (Прип'яті) 16 екорегіону Європи (східні рівнини). Дослідження проводили у водозборах правобережних приток середньої течії Прип'яті (річок Стохід, Стир, Горинь, Ствига), переважно в межах Стир-Гориньської частини басейну. Цей район вибраний як репрезентативний просторовий об'єкт вивчення проблем деградації ресурсів водних екосистем басейну Прип'яті з кількох причин. По-перше, разом ці водозбори складають понад третину загальної площі басейну Прип'яті, а Горинь і Стир – це найбільші правобережні притоки річки. По-друге, в межах району є усі види водних об'єктів: водойми і водотоки, штучні та природні тощо. Річки (малі, середні й одна велика – Прип'ять; водосховища на них) відносяться до групи рівнинних. Озера розташовані

в межах Волинського Полісся. По-третє, у водних екосистемах спостерігаються негативні наслідки господарської діяльності, які характерні для всього 16 екорегіону Європи за ВРД – погіршення якості води та умов існування біоти.

Відповідно до фізико-географічного районування, територія досліджень розташована в чотирьох фізико-географічних областях: Волинському і Житомирському Поліссі, які входять до складу Поліської провінції зони мішаних лісів, Волинської височини і Малому Поліссі Західноукраїнської провінції лісостепової зони (Геоботанічне районування..., 1977; Географічна енциклопедія України, 1990). В адміністративному районуванні – це переважно територія Рівненської області, частина Житомирської (Новоград-Волинський та Смільчинський р-ни) і Волинської (поблизу м. Берестечко) областей.

У роботі використано підходи до оцінки якості води за системою норм рибогосподарського водокористування (ГДК_{риб}), індексу забруднення вод (ІЗВ) і гідроекологічної оцінки за «Методикою екологічної оцінки поверхневих вод за відповідними категоріями», кількісним узагальненням якої є інтегральний екологічний індекс (І_е), який встановлювали за трьома блоковими індексами (за компонентами сольового складу, трофо-сапробіологічними показниками і специфічними показниками токсичної та радіаційної дії). Враховували результати моніторингу (27 фізико-хімічних показників), надані відділом аналітичного контролю Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Рівненській області. Проаналізовано дані моніторингу за 2008–2014 роки у 83 пунктах контролю, розташованих на 19 річках, трьох водосховищах (Хрінницькому, Басівкутському і Млинівському) та п'яти озерах (Нобелі, Соминому, Чорному і двох Білих – у Володимирецькому і Зарічненському р-нах).

Видовий склад водної флори встановлений за власними польовими дослідженнями (маршрутний, напівстаціонарний і рекогносцирувальний методи), проведеними у 2004–2015 роках, а також аналізом літературних джерел. Дослідження проводили на 56 ділянках, розташованих на 11 річках, озері Білому (Володимирецький р-н); водосховищах Хрінницькому, Млинівському і Басівкутському, трьох ставах в межах Рівненської області. Крім того, досліджено рослинний покрив деяких водних об'єктів у Волинській та Житомирській областях, у тому числі заболочених лісових ділянок у басейні р. Случ.

Класифікацію спорових судинних рослин подано за С. Л. Мосякіним і О. В. Тищенком (2009). Класифікація *Magnoliophyta* наведена за системою Angiosperm Phylogeny Group III (2009). Еколого-біологічні особливості видів встановлено за літературними даними (Макрофіти – индикаторы изменений природной среды, 1993; Екофлора України, 2000; 2002; 2004; 2007; В. Г. Папченков, 1985, 2000; И. М. Распопов и др., 2011; M. Bilz et al., 2011 та ін.).

Іхтіологічні дослідження проводили в період з 2006 по 2011 роки на базі сектору іхтіології Держрибоохорони у Рівненській області, а також кафедри водних біоресурсів НУВГП. Дослідження проводили на 31 ділянці, що розташовані на шести річках, чотирьох озерах і чотирьох водосховищах Рівненщини. Використано дані кількісних показників контрольних ловів біоресурсів у рибогосподарських водоймах, здійснених управлінням Держрибоохорони в Рівненській області згідно з науково-дослідними програмами, затвердженими

Державним комітетом рибного господарства України. Контрольні лови проводили стандартним набором ставних сіток, а також закидними промисловими неводами. Після вилучення сіток проводили видовий аналіз улову. В цілому дослідження охоплювали період з березня по грудень.

Загальний список риб складено шляхом узагальнення матеріалів наукових джерел, даних контрольних ловів рибоохорони і власних польових досліджень, опитувань рибалок-любителів, обробки архівних даних та експозицій природничих музеїв, особистих повідомлень учених-зоологів і любителів природи. Характеристику іхтіофауни (систематичну та еколого-біологічну) подано на основі аналізу даних літературних джерел (Г. В. Никольский, 1950, 1980; А. Ф. Коблицкая, 1981; «Фауна України. Риби», 1980-1988; А. В. Федоров, 1970; Ю. В. Мовчан, 2008-2009; Ю. В. Слынько, В. Г. Терещенко, 2014 та ін.).

Базою для проведення лабораторних досліджень слугували атестовані лабораторії Рівненської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН (с. Шубків), Державної екологічної інспекції у Рівненській області, а також лабораторії кафедр екології та водних біоресурсів НУВГП.

У ході математичної обробки даних використали загальноприйняті індекси та коефіцієнти, дисперсійний, кореляційний і регресійний аналізи. Отримані результати обробляли з допомогою статистичних програм, пристосованих до операційної системи Windows XP.

ЯКІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

Поверхневі води басейну Прип'яті в межах Рівненської області характеризуються високими концентраціями важких металів (ВМ) (міді, заліза, марганцю і цинку), які значно перевищують рибогосподарські ГДК (табл. 2). З наукових джерел відомо, що для правобережних приток Прип'яті характерним є підвищений вміст у воді ВМ не техногенного, а геологічного походження. Внесок ВМ у загальну суму одиниць ГДК_{риб} складає від 57 до 95% і може істотно спотворювати висновки про екологічний стан водних об'єктів.

Крім ВМ, в числі проблемних з точки зору відповідності рибогосподарським нормативам є показники ХСК, БСК₅, вміст нітритів і нафтопродуктів. Закономірне погіршення якості води спостерігалось нижче скидів промислових і господарсько-побутових підприємств, у межах міст та інших населених пунктів.

На ділянках річок нижче скидів з ОС комунальних підприємств часто спостерігалось зниження вмісту ВМ (зокрема міді) порівняно з пунктами, розміщеними вище. Таке явище зафіксовано, наприклад, у річках Жабичі в межах Демидова, Горинь в Острозі, Случ в Моквині тощо. Це, вірогідно, спричинено, здатністю ВМ до утворення комплексних сполук з органічними речовинами (ОР), які у надлишку містяться у СВ комунальних підприємств. Отже, за певних умов неналежно очищені СВ змінюють якість поверхневих вод «покрощуючи» її за деякими показниками.

Інтегральна оцінка якості показала, що майже в усіх пунктах контролю вода забруднена в діапазоні III–VII класів. У 8% пунктів вода надзвичайно брудна (VII клас). Така оцінка зумовлена значною часткою ВМ у значенні ІЗВ.

Відповідність якості поверхневих вод Рівненщини рибогосподарським вимогам у пунктах контролю (2008–2014 рр.)

Показники	ГДК _{риб} , мг/дм ³	Кількість пунктів			Одиниці ГДК _{риб} (min – max)
		усього	$C \geq \text{ГДК}_{\text{риб}}$	%	
Амоній-іон	0,5	83	19	22,9	0,2 – 7,3
БСК ₅	2	83	80	96,4	0,6 – 3,8
Залізо	0,1	82	79	96,3	0,9 – 22,2
Кадмій	0,005	82	3	3,7	0,0 – 5,5
Кисень розчинений	6,0	83	3	3,6	0,5 – 1,2
Кальцій	180	83	0	0	0,0 – 0,7
Магній	40	82	1	1,2	0,01 – 1,0
Марганець	0,01	81	78	96,3	0,8 – 13,5
Мідь	0,001	81	81	100	2,0 – 141
Нафтопродукти	0,05	24	7	29,2	0,0 – 6,3
Нікель	0,01	81	0	0	0,0
Нітрати	40	83	0	0	0,0 – 0,3
Нітрити	0,08	83	47	56,6	0,0 – 4,4
Свинець	0,01	81	0	0	0,0
Сульфати	100	83	1	1,2	0,3 – 1,6
Сухий залишок	1000	83	0	0	0,06 – 0,5
Формальдегід	0,1	18	0	0	0,0 – 0,5
Фосфати	1,0	83	5	6,0	0,01 – 1,6
Хлориди	300	83	0	0	0,0 – 0,1
ХСК	20	83	83	100	1,1 – 3,1
Цинк	0,01	81	70	86,4	0,1 – 18,4
Фториди	0,75	75	2	2,7	0,0 – 1,5

Комплексна екологічна оцінка якості води за екологічним індексом I_e в межах трьох блоків показала, що водні об'єкти регіону відносяться до II класу якості за середніми показниками, тобто характеризуються як «чисті» і «досить чисті». За найгіршими показниками води регіону відносяться до II–IV класів якості і характеризуються спектром оцінок «досить чисті» – «слабко забруднені» – «помірно забруднені» (табл. 3).

За *трофо-сапробіологічними* критеріями поверхневі води відповідають II–III класам за середніми і III–V класам за найгіршими значеннями. Найчастіше 7 категорію якості води (дуже брудна) встановлювали за вмістом фосфатів, рідше – сполук азоту. Понад третини (37% пунктів контролю) поверхневих вод регіону – евтрофні, для решти тенденція ще загрозливіша: політрофні – 46%, гіпертрофні – 17%. Це регіональна ілюстрація глобальної проблеми евтрофікації поверхневих вод. У зоні найбільшого ризику її негативних наслідків – річка Горинь в районі скиду дренажних вод з території відвалу фосфогіпсу ПАТ «Рівнеазот», а також деякі ділянки Случі, Усті, Замчисько і Путилівки.

Комплексна екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну Прип'яті за інтегральним екологічним індексом (І_е)

Показ-ники	Клас якості	Ступінь чистоти (за класом)	Категорія якості	Ступінь чистоти (за категорією)	Кількість пунктів контролю, абс. / %	Водні об'єкти (пункти контролю)
середні	II	чисті	2	чисті	32 / 39	рр. Прип'ять, Стохід, Простир, Жабичі, Стубла, Путилівка, оз. Біле
			3	досить чисті	50 / 61	рр. Горинь, Случ, Стир, Іква, Устя, Замчисько, Бунів
найгір-ші	II–III	чисті – забруднені	3	досить чисті	2 / 2,4	р. Жабичі (вище скиду з ОС КП «Демидівка»), оз. Біле, Володимирецький р-н.
			4	слабко забруднені	56 / 68,3	рр. Прип'ять, Стохід, Случ, Стир, Простир, Стубелка, Вілія, Путилівка, водосховище Хрінницьке, р. Жабичі (нижче скиду з ОС КП «Демидівка»); оз. Біле, Зарічненський р-н.
			5	помірно забруднені	24 / 29,3	рр. Горинь, Устя, Слонівка, Бунів, Іква, Замчисько, Бережанка; озера Нобель, Сомине, Чорне.

За критеріями вмісту *специфічних речовин токсичної дії* якість поверхневих вод регіону віднесена до 2–3 категорії за середніми і 3–7 категорії за найгіршими значеннями. Найгіршим критерієм є висока концентрація міді.

За результатами комплексної екологічної оцінки серед водотоків найкращу якість води (II клас) мають річки Простир і Стир в межах Зарічненського району.

Дуже брудна вода малої річки Устя (бас. Горині). Тут виявлено високі концентрації ВМ, фосфатів, сполук азоту. Вода річки нижче стоків міста Рівне відповідала IV–V класам (6–7 категорії), тобто була «поганою» і «дуже поганою», «брудною» і «дуже брудною» за найгіршими значеннями трофо-сапробіологічного блоку і критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії.

З наукових джерел відомо, що вплив господарської діяльності на якість поверхневих вод відбувається через точкові та дифузні джерела забруднення. Точкові скиди неочищених СВ – це поширена практика загалом в Україні, й у басейні Прип'яті зокрема. Неочищені та недостатньо очищені СВ лише за офіційними даними державних контролюючих служб становлять 6–18% води, відведеної підприємствами Рівненщини в останні роки.

Впроваджені на вітчизняних спорудах обробки води технології водоочищення уже застарілі та характеризуються низькою ефективністю роботи. В цілому, причини скиду у водні об'єкти неочищених СВ пропонуємо розділити на три групи:

соціальні, технічні та біологічні (рис. 1).

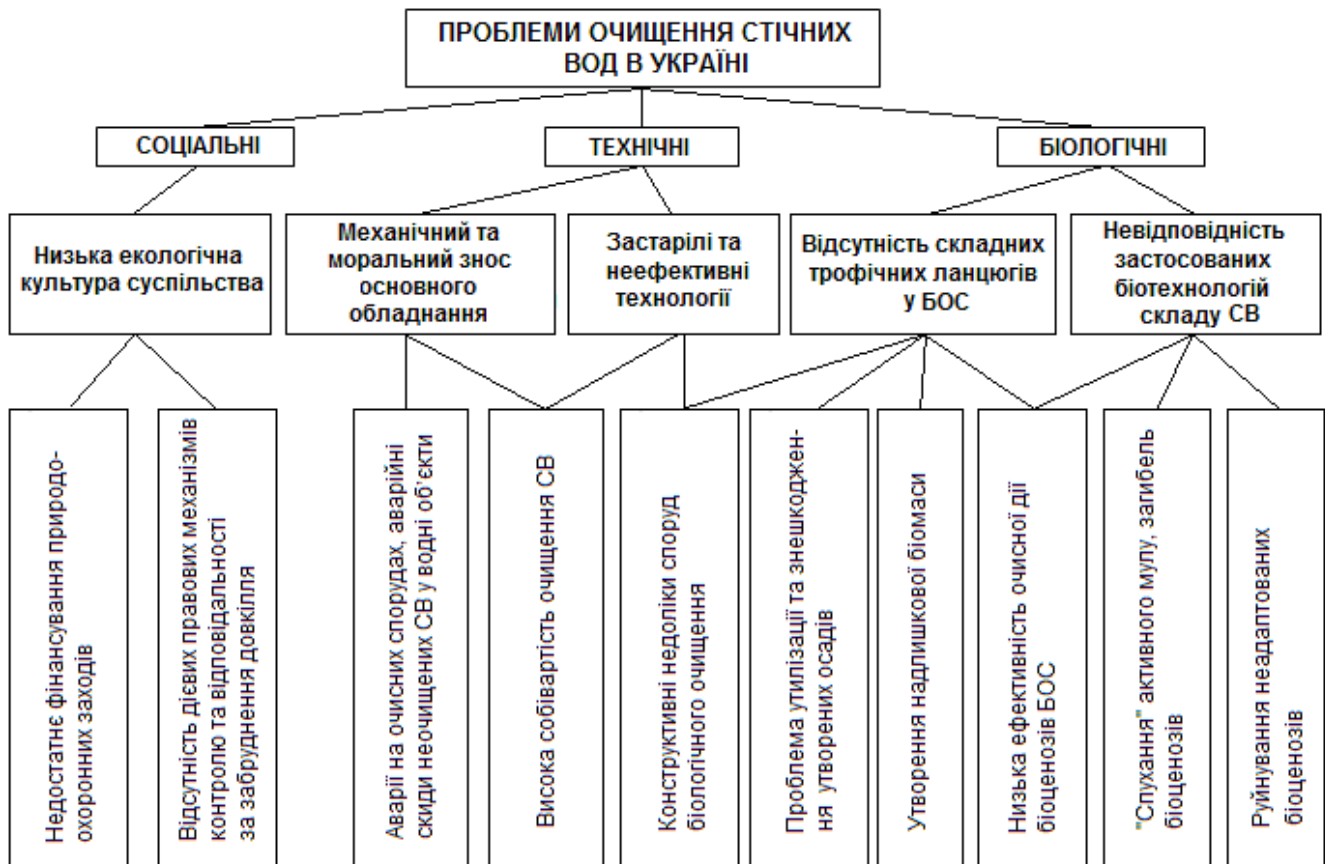


Рис. 1. Класифікація проблем очищення стічних вод в Україні (БОС – біологічні очисні споруди, СВ – стічні води)

Вплив дифузних джерел забруднення тісно пов'язаний з антропогенною трансформацією ландшафтів. Найкраще збереглися ландшафти у північній частині Рівненської області про що свідчить їх найбільша лісистість і найменша розораність. Це забезпечує найкращі умови формування якості поверхневого стоку і знаходить підтвердження в аналізі за даними в межах адміністративних районів.

Кореляційний аналіз тісноти зв'язку гідрохімічних показників і структури землекористування показав, що саме сільськогосподарське використання земель і зростання частки ріллі (переважно в південних адміністративних районах) є імовірною причиною зростання концентрації сполук азоту і сухого залишку в поверхневих водах Рівненщини (табл. 4, 5). На територіальні особливості інших гідрохімічних показників (ХСК, рН, вміст заліза) мають очевидний вплив такі фізико-географічні особливості, як проникнення підкислених і багатих на ОР вод із заболочених земель у північних адміністративних районах.

Концентрація фосфатів у поверхневих водах адміністративних районів регіону істотно залежить від частки міського населення в них. Отже, скид неочищених господарсько-побутових СВ з урбанізованих територій є найвагомим сучасним чинником евтрофікації водних екосистем за вмістом фосфору.

Відносно високі показники кореляції між досліджуваними даними в межах адміністративних районів є лише загальною проекцією структури антропогенного впливу у водозбірних басейнах. Але вони підтверджують визначальну роль

Таблиця 4

**Коефіцієнти кореляції між гідрохімічними показниками та структурою землекористування в Рівненській обл.,
структурою населення і географічним положенням пункту контролю**

Структура землекористування, структура населення та географічне положення пункту контролю	Гідрохімічні показники																			
	Амоній-іони, мг/дм³	БСК₅, мг/дм³	Водневий показник, одрН	Жорсткість, мг/дм³	Завислі речовини, мг/дм³	Залізо, мг/дм³	Кальцій, мг/дм³	Кисень розчи- нений, мг/дм³	Магній, мг/дм³	Марганець, мг/дм³	Мідь, мг/дм³	Нітрат-іони, мг/дм³	Нітрит-іони, мг/дм³	Сульфати, мг/дм³	Сухий залишок, мг/дм³	Фосфати, мг/дм³	ХСК, мг/дм³	Хлорид-іони, мг/дм³	Цинк, мг/дм³	Фториди, мг/дм³
Сільськогосподарські землі, %	-0,207	-0,353	0,646	0,653	-0,080	-0,839	0,630	0,074	0,522	0,041	0,168	0,523	0,548	0,259	0,816	0,152	-0,701	0,403	-0,133	0,149
Рілля, %	-0,265	-0,314	0,656	0,623	-0,053	-0,834	0,591	0,020	0,511	0,012	0,202	0,588	0,623	0,216	0,817	0,175	-0,663	0,425	-0,050	0,137
Сіножаті, %	0,483	-0,040	-0,385	-0,160	-0,094	0,488	-0,030	0,314	-0,216	0,066	-0,169	-0,559	-0,658	-0,145	-0,445	-0,067	0,166	-0,593	-0,358	0,090
Пасовища, %	0,084	-0,340	0,306	0,414	-0,137	-0,481	0,392	0,274	0,246	0,303	-0,083	-0,149	-0,152	0,595	0,398	-0,238	-0,493	0,357	-0,421	0,084
Ліси та лісовкриті площі, %	0,140	0,459	-0,599	-0,632	0,130	0,817	-0,612	-0,051	-0,495	-0,037	-0,157	-0,544	-0,542	-0,286	-0,778	-0,177	0,701	-0,330	0,160	-0,138
Болота, %	0,164	-0,065	-0,706	-0,687	-0,192	0,649	-0,693	-0,250	-0,595	-0,048	-0,298	-0,316	-0,431	0,023	-0,760	-0,181	0,660	-0,379	0,250	-0,217
Вода (водойми та річки), %	0,296	-0,399	-0,611	-0,386	-0,143	0,127	-0,366	0,028	-0,506	-0,129	-0,427	-0,370	-0,588	0,255	-0,342	-0,289	0,254	-0,380	-0,403	-0,272
Щільність населення, тис. осіб/км²	-0,014	0,100	0,505	0,404	0,035	-0,520	0,352	0,216	0,521	0,034	0,126	0,295	0,362	0,163	0,501	0,437	-0,449	0,471	-0,242	-0,152
Частка міського населення, %	0,230	0,237	0,212	0,161	-0,066	-0,183	0,235	0,111	0,238	0,026	-0,063	0,004	0,140	-0,292	0,288	0,762	-0,209	0,056	-0,246	0,143
Географічне положення пункту контролю																				
Географічна широта	0,110	-0,102	-0,318	-0,401	-0,096	-0,096	-0,365	-0,169	-0,423	0,016	-0,243	-0,406	-0,360	0,062	-0,495	-0,122	0,397	-0,369	-0,106	-0,161
Географічна довгота	0,057	0,125	-0,014	-0,106	0,050	0,309	-0,082	0,184	0,032	0,442	0,111	-0,334	-0,134	0,101	-0,306	0,043	0,116	0,226	0,353	0,015

Умовні позначення:

Кореляція слабка, зв'язок істотний ($t_r > t_{05}$)

Кореляція середня, зв'язок істотний ($t_r > t_{05}$)

Кореляція сильна, зв'язок істотний ($t_r > t_{05}$)

Зв'язок між показниками не істотний ($t_r < t_{05}$)



Залежності вмісту біогенних речовин у поверхневих водах (y_i , мг/дм³) від структури землекористування та частки міського населення в адміністративних районах Рівненської обл. (x_i , %)

Біогенні речовини	Показники	Залежність	Коефіцієнт детермінації, R^2
Нітрат-іони	Сільськогосподарські землі	$y_1 = 0,0536x_1 + 1,0383$	0,273
	Рілля	$y_2 = 0,0624x_2 + 1,4999$	0,346
	Сіножаті	$y_3 = -0,5799x_3 + 7,4136$	0,313
	Ліси та лісовкриті площі	$y_4 = -0,068x_4 + 6,2564$	0,296
Нітрит-іони	Сільськогосподарські землі	$y_5 = 0,0011x_1 + 0,039$	0,300
	Рілля	$y_6 = 0,0013x_2 + 0,0483$	0,388
	Сіножаті	$y_7 = -0,0138x_3 + 0,1834$	0,433
	Ліси та лісовкриті площі	$y_8 = -0,0014x_4 + 0,1476$	0,294
Фосфати	Урбанізація (частка міського населення)	$y_9 = 0,0207x_5 + 0,1814$	0,581

діяльності людини у формуванні якості поверхневих вод досліджуваної частини басейну Прип'яті. Тут на рівні регіону спостерігаються наслідки трьох глобальних антропогенних процесів – індустріалізації (вплив відходів великого хімічного виробництва – стік з відвалів фосфогіпсу ПАТ «Рівнеазот»), перетворення ландшафтів для потреб сільськогосподарського виробництва та урбанізації.

Аналіз екологічних індексів річок області дає змогу виділити три етапи змін якості поверхневих вод регіону: 1 – погіршення, від 1964 до 1990 року (I_e від 2,5–3,3 до 3,1–3,3 за середніми значеннями, від 3,0–3,7 до 3,6–4,3 за найгіршими); 2 – покращення, від 1990 до 2000 року (I_e до 2,3–2,8 за середніми значеннями, 2,6–2,9 за найгіршими); 3 – стабілізації та зниження якості води деяких річок за найгіршими значеннями, після 2000 року (I_e коливання 2,1–2,6 за середніми значеннями, 2,4–3,5 за найгіршими). Таку динаміку якості поверхневих вод регіону можна пояснити економічними причинами, зокрема зниженням обсягів промислового виробництва у 90-х роках ХХ ст., а також зниженням водності річок на початку ХХІ ст. внаслідок зростання посушливості клімату.

РЕСУРСИ ВОДНОЇ ФЛОРИ СТИР-ГОРИНСЬКОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ

Систематичний огляд водної флори. Водна флора Стир-Гориньської частини басейну Прип'яті налічує щонайменше 107 видів судинних рослин: *Isoetes lacustris* L., *Equisetum fluviatile* L., *Thelypteris palustris* Schott, *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L., *N. candida* J. Presl, *Acorus calamus* L., *Alisma lanceolatum* With., *A. plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Calla palustris* L., *Lemna gibba* L., *L. minor* L., *L. trisulca* L., *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm, *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Butomus umbellatus* L., *Elodea canadensis* Michx., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Najas minor* All., *Stratiotes aloides* L., *Vallisneria spiralis* L., *Potamogeton*

alpinus Balb., *P. berchtoldii* Fieb., *P. crispus* L., *P. decipiens* Nolte ex W.D.J. Koch, *P. friesii* Rupr., *P. gramineus* L., *P. lucens* L., *P. natans* L., *P. nodosus* Poir, *P. perfoliatus* L., *P. praelongus* Wulf, *P. rutilus* Wolfg, *Stuckenia pectinata* Börner, (L.) Böerner, *Iris pseudacorus* L., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Carex acuta* L., *C. acutiformis* Ehrh., *C. melanostachya* Willd., *C. paniculata* L., *C. pseudocyperus* L., *C. riparia* Curtis, *C. rostrata* Stokes, *C. vesicaria* L., *C. vulpina* L., *Cladium mariscus* (L.) Pohl, *Eleocharis acicularis* (L.) Roem. & Schult., *E. mamillata* H. Lindb., *E. palustris* (L.) Roem. & Schult., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *S. tabernaemontani* (C. C. Gmel.) Palla, *Scirpus sylvaticus* L., *Juncus bulbosus* L., *Agrostis stolonifera* L., *Catabrosa aquatica* (L.) P. Beauv, *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *G. maxima* (Hartm.) Holmb., *G. notata* Chevall., *G. striata* (Lam.) Hitchc., *Leersia oryzoides* (L.) Sw., *Phragmites australis* (Cav.) Steud., *Zizania latifolia* Turcz. ex Stapf, *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L., *T. laxmannii* Lepech., *Sparganium emersum* Rehmann, *S. erectum* L., *S. minimum* Fr. ex Wallr., *Ceratophyllum demersum* L., *C. submersum* L., *Batrachium aquatile* (L.) Dumort., *B. circinatum* Spach, *B. trichophyllum* (Chaix) Bosch, *Caltha palustris* L., *Ranunculus flammula* L., *R. lingua* L., *R. reptans* L., *R. sceleratus* L., *Myriophyllum alterniflorum* DC., *M. spicatum* L., *M. verticillatum* L., *Elatine alsinastrum* L., *Comarum palustre* L., *Lythrum salicaria* L., *Nasturtium officinale* W.T. Aiton, *Rorippa amphibia* (L.) Bess., *Aldrovanda vesiculosa* L., *Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray, *Rumex hydrolapathum* Huds., *Hottonia palustris* L., *Naumburgia thyrsoflora* Rchb., *Utricularia intermedia* Hayne, *U. minor* L., *U. vulgaris* L., *Callitriche palustris* L., *Hippuris vulgaris* L., *Veronica anagallis-aquatica* L., *V. anagalloides* Guss., *V. beccabunga* L., *Limosella aquatica* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) Kuntze, *Cicuta virosa* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Berula erecta* (Huds.) Coville, *Sium latifolium* L.

Ці види відносяться до 62 родів, 30 родин, 20 рядів і 4 відділів (Lycopodiophyta, Equisetophyta, Polypodiophyta, Magnoliophyta). Це становить 4,1% видів, 15% родів, 38% родин за оцінками Р. А. Chambers et al. (2008) і 3,9% видів, 14,5% родів і 32% родин від їх загальної кількості в світі за оцінками І. М. Распопова и др. (2011). Спектр десяти провідних родин квіткових рослин водної флори регіону складають Cyperaceae (18 видів; 17%), Potamogetonaceae (13; 12%), Poaceae (9; 8%), Ranunculaceae (8; 7%), Araceae (6; 6%), Typhaceae (6; 6%), Hydrocharitaceae (5; 5%), Plantaginaceae (5; 5%), Apiaceae (4; 4%), Lentibulariaceae (3; 3%), які об'єднують понад дві третини видів. Сім родин з переліку входять у спектр провідних родин світової водної флори за оцінками І. М. Распопова и др. (2011).

Географічна структура та особливості поширення видів. Встановлено, що формування водної флори регіону відбувалося переважно за рахунок широкоареальних плуризоняльних та борео-меридіональних циркумполярних і євразійських видів, індиферентних до океанічності та континентальності. Такий розподіл характерний для хорологічного спектру флори водойм України в цілому (Д. В. Дубина, Ю. Р. Шеляг-Сосонко, 1984). Зафіксовано поступове поширення у північному напрямку видів температно-тропічної зональної групи *L. gibba*, *W. arrhiza* і *V. spiralis*, що може бути ілюстрацією впливу глобального потепління на водні екосистеми регіону, яке посилюється наслідками господарської діяльності.

Аналіз розподілу видів за окремими фізико-географічними областями свідчить, що найбільша їх кількість зосереджена у Волинському Поліссі (100 видів),

менше – у Житомирському Поліссі та на Волинській височині (по 85 видів), найменше – в Малому Поліссі (80 видів). 73 види (68% загального видового складу) поширені в усіх областях, водночас 17 видів (15,9%) були виявлені лише в одній області.

У складі водної флори є шість адвентивних видів. Серед особливостей їх поширення цілком прогнозованим є трапляння по всій території регіону археофіта *A. calamus* та кенофіта *E. canadensis*. Еуконофіти (*V. spiralis*, *G. striata*, *Z. latifolia*, *T. laxmannii*) трапляються в межах однієї або двох фізико-географічних областей.

Еколого-біологічна структура водної флори. За класифікацією В. Г. Папченкова (1985, 2000), в екологічній структурі водної флори регіону перше місце за кількістю видів посідає екотип гірогелофітів (45%), на другому місці – гідрофіти (40%), на третьому – гелофіти (15%). Серед гідрофітів за кількістю видів домінують занурені укорінені рослини (22 види; 20,5%). Найбільше видове багатство водної флори загалом і групи гідрофітів зокрема зафіксовано у Волинському Поліссі, територія і водні об'єкти якого зазнають меншого антропогенного впливу. На наступному місці за кількістю гідрофітів Житомирське Полісся (табл. 6).

Таблиця 6

Екологічний спектр водної флори (кількість видів, абс. / частка видів, %)

Екотипи	Екологічні групи	Волинське Полісся	Житомирське Полісся	Мале Полісся	Волинська височина	Загалом
Гідро- фіти	Занурені укорінені	21/21	15/18	13/16	15/18	22/20,5
	Занурені укорінені з плаваючим листя	8/8	9/11	7/9	6/7	9/8
	Вільноплаваючі на поверхні води	3/3	3/4	4/5	5/6	5/5
	Вільноплаваючі в товщі води	7/7	5/6	3/4	3/4	7/6,5
Гелофіти	Низькотравні	8/8	7/8	6/8	7/8	8/7,5
	Високотравні	8/8	6/7	6/8	7/8	8/7,5
Гірогелофіти		45/45	40/47	41/51	42/49	48/45
Усього		100/100	85/100	80/100	85/100	107/100

Антропогенна трансформація водозбору впливає на стан і структуру біоти водних екосистем, що на рівні водної флори у першу чергу проявляється на поширенні занурених гідрофітів, які, як відомо, є найчутливішими до якості води і стану водного середовища та використовуються як його біоіндикатори (Макрофіти – індикатори изменений природной среды, 1993; M. Borišev et al., 2006).

У стратегічному спектрі водної флори найбільші відмінності спостерігаються в групах S- і R-стратегів – видове багатство яких в межах Волинського Полісся на 4–8 видів більше, ніж в інших областях (рис. 2).

Созологічна структура та антропогенний вплив на гідрофітобіоту. Рідкісна водна флора і рослинність у регіоні представлена значною кількістю видів і угруповань, що занесені до міжнародних списків, а також «Червоної книги України»

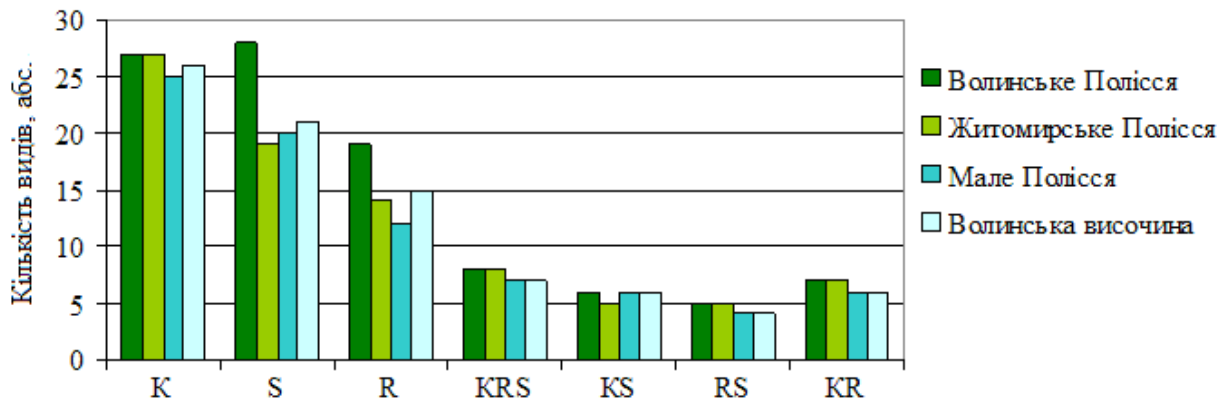


Рис. 2. Розподіл видів водної флори за типами стратегій в різних фізико-географічних областях

(2009) (ЧКУ), «Зеленої книги України» (2009) (ЗКУ), «Червоного списку водних макрофітів України» (1993) (ЧСВМУ) або підлягають регіональній охороні – 33 види із 26 родів, 19 родин і 2 відділів. Більшість раритетних видів поширені лише у північній частині регіону, в межах фізико-географічних областей Волинського та Житомирського Полісся. Зокрема, з восьми видів, включених до ЧКУ, у Волинському Поліссі трапляються шість (*Isoetes lacustris*, *Eleocharis mamillata*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Juncus bulbosus*, *Utricularia minor*, *U. intermedia*), у Житомирському – три (*Nymphoides peltata*, *Utricularia intermedia*, *Juncus bulbosus*), на Волинській височині – один (*Cladium mariscus*). У Малому Поліссі не виявлено жодного виду (рис. 3). Подібна картина спостерігається і в розподілі видів, включених до п'яти категорій ЧСВМУ.

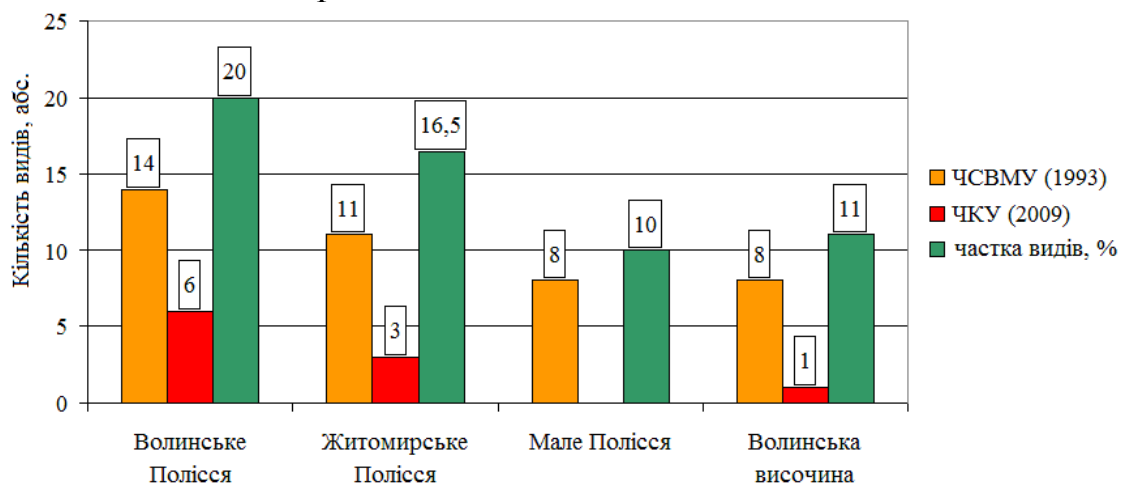


Рис. 3. Поширення (розподіл) раритетних видів водної флори у фізико-географічних областях

Рослинний світ басейну Прип'яті зазнав найбільшого перетворення в 70–80 роках ХХ ст. у період масштабного осушення боліт та сільськогосподарського освоєння меліорованих земель. Меліорації вплинули на скорочення загального видового багатства регіону і, в першу чергу, раритетних видів зі списку ЧКУ, згідно з яким причиною зменшення чисельності семи видів із восьми є зміна гідрологічних умов (6,5%), а шести видів – безпосередньо меліоративні роботи. За науковими даними, саме наслідки меліоративних робіт є

основною причиною змін чисельності більшості раритетних видів водної флори регіону (19 з 30 видів, або 18% видового складу). У наш час на багатьох спрямлених ділянках річок, які використовуються як водоприймачі меліоративних систем, відбувається заростання русла, яке перешкоджає їх роботі.

Гідротехнічне будівництво та евтрофікація впливають на поширення, життєвість і продуктивність популяцій 17 раритетних видів (16% водної флори), про чутливість яких є повідомлення в наукових джерелах (ЧКУ, 2009; Макрофиты – индикаторы изменений природной среды, 1993; M. Bilz et al., 2011). Посилення антропогенної евтрофікації та забруднення призводить до повного зникнення особливо чутливих видів з числа раритетних – *Isoetes lacustris*, *Nymphoides peltata* та *Myriophyllum alterniflorum*. Це сучасна загроза, яка дуже актуальна для річки Случ, де збираються будувати міні-ГЕС на ділянці поширення *N. peltata* – виду, який особливо чутливий до антропогенного впливу та є дуже рідкісним у регіоні.

Для організації охорони фіторізноманіття водних екосистем необхідно враховувати те, що їх екологічна стійкість визначається станом водозбору (співвідношенням природних і змінених у процесі господарської діяльності ландшафтів) та розміром водойми або водотоку. Разом із тим, ступінь трансформації водної екосистеми можна оцінювати за поширенням та станом водних рослин, насамперед, раритетних видів, а також за присутністю видів адвентивних рослин.

Господарське значення водних рослин регіону. Провідне місце у водній флорі займають кормові (85%), декоративні (76%) і лікарські (разом види офіційної та народної медицини – 44%) види. Крім того, у складі водної флори регіону є технічні (26%), харчові (23%), медоносні (11%), дубильні (8%), вітамінні (6%), ефіроолійні (3%), олійні (2%), фарбувальні (2%), водоохоронні – 54%, берегозахисні – 32%, берегоукріплюючі види – 13%. Бур'яни складають 11%, отруйні рослини – 10%. Зі складу водної флори регіону 60 видів (56%) у списку міжнародного інформаційного ресурсу їстівних і корисних рослин Plants For A Future (2015). До переліку цінних харчових рослин відносяться 54 види, лікарських – 44.

В регіоні досліджень скорочуються ресурси деяких цінних видів, які не внесено до охоронних списків, зокрема, *Menyanthes trifoliata*, про що є свідчення в наукових джерелах середини 80-х років ХХ століття, а також *Acorus calamus* – згідно з сучасними дослідженнями. Науковцями встановлено, що основною причиною скорочення запасів цих видів є порушення гідрологічного режиму біотопів. Місцева особливість – використання лепехи для прикрашання приміщень під час святкування релігійного свята Трійці, яке має масовий характер і негативний вплив на популяції цього виду біля великих населених пунктів.

Найбільший вплив на склад водної флори та трансформацію рослинного покриву водних об'єктів Стир-Гориньської частини басейну Прип'яті мають наступні антропогенні процеси:

1. Осушувальні меліорації, внаслідок яких відбулося скорочення загального видового багатства регіону і, у першу чергу, раритетних видів зі списку ЧКУ, згідно з яким причиною змін чисельності семи видів із восьми є зміна гідрологічних умов, а шести видів – безпосередньо меліоративні роботи. Осушення біотопів негативно впливає якнайменше на 19 раритетних видів (18% водної флори). Крім того,

відбувається зменшення обсягів ресурсів деяких цінних у господарському відношенні видів (наприклад, *Menyanthes trifoliata*, *Acorus calamus*).

2. Гідротехнічне будівництво, яке призводить до сповільнення течії, заростання водного дзеркала та товщі води, а також евтрофікації річок на яких збудовані водосховища. Вказані процеси впливають на поширення, життєвість і продуктивність популяцій щонайменше 17 раритетних видів (16% водної флори).

3. Забруднення води, яке призводить до скорочення біорізноманіття фітоценозів внаслідок «випадіння» чутливих до забруднення води видів, особливо гідрофітів, які становлять 40% водної флори регіону.

4. Розселення адвентивних видів, яке розпочалося з *A. calamus* у часи монголо-татарських набігів.

З огляду на перелічене можна пояснити менше видове багатство водної флори у лісостеповій зоні регіону, яка зазнала більшої антропогенної трансформації водозборів у минулому і потерпає від наслідків систематичного забруднення водних об'єктів промисловими та господарсько-побутовими стоками в сучасний період.

СУЧАСНА ІХТІОФАУНА РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Систематичний огляд іхтіофауни. Разом із акліматизантами сучасна іхтіофауна регіону налічує 43 види риб і один вид круглоротих: *Eudontomyzon mariae* Berg, *Anguilla anguilla* L., *Leuciscus leuciscus* L., *Squalius cephalus* L., *Idus idus* L., *Rutilus rutilus* L., *Scardinius erythrophthalmus* L., *Chondrostoma nasus* L., *Alburnoides rossicus* Berg, *Alburnus alburnus* L., *Leucaspius delineatus* Heck., *Eupallasa percnurus* Pall., *Phoxinus phoxinus* L., *Vimba vimba* L., *Blicca bjoerkna* L., *Abramis brama* L., *Ballerus sapa* Pall., *Aspius aspius* L., *Hypophthalmichthys molitrix* Val., *Aristichthys nobilis* Rich., *Pelecus cultratus* L., *Rhodeus amarus* Bloch, *Gobio gobio* L., *Barbus borysthenticus* Dybowski, *Ctenopharyngodon idella* Val., *Cyprinus carpio* L., *Carassius carassius* L., *C. gibelio* Bloch, *Tinca tinca* L., *Cobitis taenia* L., *Misgurnus fossilis* L., *Barbatula barbatula* L., *Ameiurus nebulosus* Le Sueur, *Silurus glanis* L., *Esox lucius* L., *Lota lota* L., *Pungitius platygaster* Kess., *Gasterosteus aculeatus* L., *Sander lucioperca* L., *Perca fluviatilis* L., *Gymnocephalus cernuus* L., *Gymnocephalus acerinus* Guld., *Perccottus glenii* Dyb., *Neogobius fluviatilis* Pall.

Вони належать до 42 родів, 13 родин, 8 рядів і 2 класів. Це становить 17,4% від загальної кількості видів в Україні та 0,16% світової іхтіофауни (Nelson, 2006; цит. за Ю. В. Мовчаном, 2008–2009). За кількістю родів та видів найчисельніша родина Cyprinidae – 26 (62%) і 27 (61,4%) відповідно. Наступна у списку провідних родин – Percidae (4 види; 9,1%), далі – Cobitidae та Gasterosteidae (по 2 види; 4,5%). Видовий склад іхтіофауни в цілому характерний для «коропових водойм» за якістю води згідно з Директивою ради ЄС стосовно якості прісних вод, які потребують захисту чи поліпшення для підтримки сприятливих умов для життя риби (1978).

Географічна структура. Основу автохтонного рибного населення складають два фауністичних комплекси – понтокаспійський прісноводний (16 видів; 37%) і бореальний рівнинний (12; 27%). Також є представники верхньотретинного рівнинного (4; 9%), бореального передгірного (3; 7%) і єдиний вид з арктичного прісноводного комплексу – минь (2%). Такий географічний склад рибного

населення в цілому характерний для іхтіофауни Дніпра, Волги і Дону (Л. С. Берг, 1948–1949; А. Я. Щербуха, 2004; Ю. В. Слынько, В. Г. Терещенко, 2014).

Екологічна структура. Аналіз екологічних груп риб показав кількісне переважання лімнофілів (39%), за характером живлення – бентофагів (43%) і за характером нерестового субстрату – фітофілів (51%).

Созологічна структура та особливості поширення раритетних видів. До основних созологічних списків іхтіофауни занесені 37 видів, або 84% від їх загальної кількості. Із цього переліку вісім видів потребують особливої уваги згідно з ЧКУ. Це становить 18,2% від загальної кількості таксонів, а території, які створені для збереження іхтіофауни, складають лише 1,8% мережі природно-заповідного фонду регіону. Тому особливо актуальним є питання надання статусу природно-заповідних територій певним водоймам або їхнім ділянкам, де трапляються рідкісні види гідробіонтів, які занесені до «червоних» списків.

Адвентивні види. Серед дев'яти видів-вселенців представники трьох категорій відповідно до класифікації Ю. В. Слынько, В. Г. Терещенко (2014): А – види, які свідомо або випадково інтродуковані людиною, материнський ареал яких безпосередньо не стикається з басейном річки (5 видів); R – види, які раніше жили у водоймах басейну і в наш час реінтродукуються людиною (*Cyprinus carpio* і *Carassius gibelio*); I – види аутоакліматизанти, які самостійно розселяються в басейні з довколишніх історичних ареалів (*Gasterosteus aculeatus*, *Pungitius platygaster*). Сім видів (16 % видового багатства регіону) пов'язані з діяльністю людини і три з них (7 %) мають негативний вплив на місцеву іхтіофауну. Особливо небезпечними є збільшення чисельності і розширення ареалу *Ameiurus nebulosus*. Зокрема, в деяких водоймах на околиці м. Рівне в останні роки *A. nebulosus* витіснив навіть *Perccottus glenii* і зараз є домінуючим видом в уловах рибалок-аматорів.

Особливості географічного поширення та антропогенний вплив на іхтіофауну. Видове багатство іхтіофауни дещо зменшується у напрямку від північної до південної частини регіону, а також із заходу на схід. Найвищий рівень видового багатства загального і раритетних видів за ЧКУ (2009) зафіксовано у Житомирському Поліссі, а найнижчий – на Волинській височині (табл. 7). Зменшення видового багатства спричинене більшою антропогенною трансформацією ландшафтів і впливом господарської діяльності безпосередньо на водні об'єкти, адже більшість території південної лісостепової частини області – це перетворені або трансформовані землі «Converted lands» (Freshwater ecoregions of the world, 2015).

Аналіз тісноти зв'язку між значеннями інтегрального екологічного індексу якості води річок Рівненщини (I_e) та видовим багатством іхтіофауни показав між цими показниками сильну кореляцію ($r = 0,76$). Зростання числового значення I_e від 2,1 до 2,7 (на 29%) за середніми та від 3,7 до 4,7 (27%) за найгіршими значеннями впливає на зростання видового багатства іхтіофауни від 30–33 до 35–36 видів (6–20%). Це свідчить про те, що забруднення води річок біогенними елементами у певних межах сприяє збільшенню видової різноманітності іхтіофауни внаслідок зростання кормової бази для риб і поки не перевищує критичних меж. Ці дані збігаються з тезою К. М. Ситника (2013) про те, що «максимальна різноманітність може бути очікувана при помірних стресах, помірній, середній трофності».

Видове багатство іхтіофауни в фізико-географічних областях

Фізико-географічні області	Кількість ділянок, шт.	Видове багатство, абс.								Найбільше видове багатство, річка, ділянка
		загальне				раритетних видів,				
		min	max	N	±n	min	max	N	±n	
Житомирське Полісся	5	20	36	31,2	2,95	1	6	4,2	0,9	р. Случ, поблизу с. Маринин Березнівського р-ну
Волинське Полісся	18	22	36	31,0	1,1	1	6	3,8	0,4	р. Горинь, поблизу с. Деражне Костопільського р-ну
Волинська височина	8	22	33	28,1	1,7	0	5	3,0	0,75	р. Іква, поблизу с. Торговиця Млинівського р-ну

Максимальне видове багатство іхтіофауни зафіксовано в басейні р. Прип'ять (40 видів), але найвищий рівень різноманітності за індексом Шеннона (3,13) і найнижча ступінь домінування (0,15) в басейні р. Случ (табл. 8), що має найкращу якість води серед середніх річок і досить різноманітні біотопи.

Таблиця 8

Видове багатство іхтіофауни (N), різноманітність (H) і домінування (d) у структурі уловів в басейнах головних річок Рівненської обл.

Індекс	Прип'ять	Стир	Горинь	Случ
N	40	38	39	36
H	2,87	2,66	2,89	3,13
d	0,17	0,22	0,21	0,15
1/d	5,9	4,5	4,8	6,7

Одна з ілюстрацій проблеми гідротехнічного будівництва відслідковується за видовим складом іхтіофауни р. Стир – на проточних ділянках трапляються від 30 до 33 видів, а в Хрінницькому водосховищі – лише 24, через відсутність тут реофілів.

У структурі уловів переважали за чисельністю непромислові та дрібно частикові види риби – верховка (15–22%), верховодка (17%), плітка (8–13%), краснопірка (6–8%) і окунь (4,5–7%). З цінних видів відносно численний лящ (2–5%) і щука (2–4,5%). Звичайні види – плоскирка (4–6%), карась сріблястий (2–4,4%), лин (1–3%), в'юн (1,5–5%), йорж (1,6–3%), короп (0,4–2,4%), гірчак (0,5–2%). Рідше виловлювали карася звичайного, в'язя, білизну, сома, бичка-пісочника, ротаня (близько 1%). Решта 23 види риби – малочисельні та рідкісні (менше 1%).

Не останнім фактором погіршення стану іхтіофауни є браконьєрство. Зокрема, на акваторії басейну р. Стир у 2011–2013 роках було виявлено 2241 випадок незаконного вилову риби, у браконьєрів вилучено сіток загальною кількістю 1 505 шт., нараховані збитки на суму 86829,40 грн та вилучено 0,8 т риби. Вказані цифри і факти – це лише «верхівка айсберга» незаконної діяльності в галузі рибного господарства, які підтверджують висновок А. Я. Щербухи (2004) про те, що не лише

цінним представникам іхтіофауни України загрожує повне зникнення внаслідок промислово-аматорського і браконьєрського вилову.

Таким чином, серед антропогенних процесів, які змінюють стан прісноводних екосистем і негативно впливають на іхтіофауну, у регіоні варто виділити:

1. Гідротехнічне будівництво, яке було спрямоване на створення запасів води та отримання гідроенергії, але знищило прохідні види в басейні Дніпра ще у ХХ столітті, на даному етапі істотно скорочує поширення реофілів, які складають 18–20% видового складу іхтіоценозів і 27% загального видового багатства іхтіофауни досліджуваних водних об'єктів. Вісім видів (18,2% видового складу), які поки трапляються в регіоні, внесено до списків вразливих і зникаючих згідно з ЧКУ.

2. Антропогенна евтрофікація, яка з одного боку (в межах 2–3 класів якості води) сприяє зростанню кормової бази риби і зростанню видового різноманіття на поодиноких ділянках річок (на 6–20%), але у комплексі з наслідками гідротехнічного будівництва і забруднення токсичними речовинами, ОР і дефіциту кисню може спричинювати замори риби (ділянки річок Іква, Устя, Случ тощо).

3. Акліматизація гідробіонтів (спрямована і спонтанна), у процесі якої відбувається розселення видів, які шкодять місцевій іхтіофауні: сім видів (16% видового багатства) пов'язані з діяльністю людини, і три з них (7%) негативно впливають на рибне населення регіону.

Крім того, знищення цінних видів трапляється внаслідок браконьєрства, яке ілюструє соціально-економічні та моральні проблеми суспільства.

Структура і стан іхтіофауни регіону, де відбувається скорочення чисельності та повне зникнення рідкісних і промислово цінних видів, – це одна з ілюстрацій процесу вимирання видів, спричиненого людиною. З огляду на тенденції скорочення загальних ресурсів поверхневого стоку під впливом кліматичних змін, негативні наслідки цих взаємозв'язаних процесів у майбутньому будуть зростати.

ОХОРОНА ТА БІОРЕМЕДІАЦІЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

За результатами аналізу наслідків антропогенного впливу на якість води та структуру біоти виділено три основні групи водних екосистем (табл. 9). За аналогією з розробками В. Г. Гаськевича (2010) щодо деградації ґрунтів, пропонується шкала деградації прісноводних екосистем з п'яти класів (I – деградація майже відсутня, II – деградація слабка, III – деградація середня, IV – деградація висока, V – деградація надто висока (кризова)), де водні об'єкти регіону відносяться до II–IV класів.

Багаторічні спостереження за катастрофічним екологічним станом малої річки Устя, одним з прикладів якого є скупчення полісапробного виду трубочника звичайного (*Tubifex tubifex* L.) на дні нижче стоків м. Рівне (табл. 10, пункт контролю 63), дозволили узагальнити теоретичні основи екологічних біотехнологій покращення якості природних вод і СВ, які базуються на ідеях Ж. Б. Ламарка, В. І. Вернадського, С. А. Зернова, С. А. Остроумова та ін.

Розгляд біоти, як основи перетворення і компенсації завданих природі збитків, передбачає її комплексне використання і штучне відтворення на принципах інтенсивного виробництва. Чисті поверхневі води, як джерело питної води і рекреаційних послуг, необхідно розглядати як життєво необхідний продукт, який

Групування водних об'єктів регіону за рівнем деградації внаслідок антропогенного впливу

Група	Клас і рівень деградації	Водні об'єкти
1. Характеризується трансформацією зв'язків русло-заплава-водозбір внаслідок значно віддалених у часі антропогенних дій – осушувальних меліорацій, спрямлення і зарегулювання русла, гідротехнічного будівництва, а також певним сучасним впливом сільсько-господарського виробництва. До цієї групи віднесено водні об'єкти в межах ПЗФ, які зазнають рекреаційного навантаження попри природоохоронний статус. Водні екосистеми характеризуються III класом якості вод (4-5 категоріями) за найгіршими трофосапробіологічними показниками.	II, слабка	річки Стохід і Простир; озеро Біле Володимирецького р-ну
2. Поряд з впливом агросфери, екосистема зазнає скидів не очищених СВ різного походження: господарсько-побутових і (або) виробничих. Якість води таких водних об'єктів перебуває в межах IV класу (6 категорія) за найгіршими трофосапробіологічними і специфічними показниками.	III, середня	річки Прип'ять, Случ, Льва, Жабичі, Стубелка, Корчик, Вілія; озера Нобель і Біле Зарічненського р-ну
3. Зона екологічного лиха, через постійний або періодичний скид неочищених СВ зі значними перевищеннями рибогосподарських і екологічних вимог. У воді можуть виявляти нафтопродукти. Середньорічний вміст розчиненого кисню може перетинати відмітку нижче 6 мг/дм ³ і трапляються замори гідробіонтів. Якість води в місцях надходження СВ може перебувати в межах V класу (7 категорія) за найгіршими трофосапробіологічними і специфічними показниками.	IV, висока	річки Горинь, Бережанка, Бунів**, Слонівка*, Устя*, Іква*, Замчисько**, Стир**

Примітки: * – зафіксовано критично низький вміст розчиненого кисню; ** – у воді виявлено нафтопродукти

Таблиця 10

Класифікація якості води р. Устя за гідробіологічними показниками

Пункт контролю	Відносна чисельність олігохет, %	Стан річки (за Гуднайтом і Уітлеєм)	Якість поверхневих вод	Зона сапробності
56	50	Хороший	Помірно забруднені	β''-мезосапробна
60	66	Хороший	Брудні	α''-мезосапробна
61	74	Сумнівний	Брудні	β-полісапробна
62	68	Сумнівний	Брудні	β-полісапробна
63	95	Дуже забруднена	Дуже брудні	α-полісапробна
64	81	Сумнівний	Брудні	β-полісапробна
65	60	Сумнівний	Забруднені	α''-мезосапробна

Примітка: номери пунктів контролю в загальній нумерації водних об'єктів.

«виробляє» біота водних екосистем. «Рушійною силою» змін якості води є біоценоз і тому теоретичні передумови використання гідробіоти для покращення екологічного стану водойм лежать у площині їх природних функцій.

Першим і найважливішим фільтром на шляху поверхневого стоку і забруднень до річок і водойм виступає рослинний покрив поверхні водозбору, який був порушений внаслідок антропогенного впливу більшою або меншою мірою. Отже, планування господарської діяльності та оптимізація структури ландшафтів поверхні водозбору становлять найважливішу частину шляху вирішення проблеми відновлення водних екосистем, яка дасть змогу уникати основних причин їх деградації внаслідок дифузного забруднення. Гідробіота – це кінцевий блок фільтрації водних ресурсів поверхневого стоку і СВ, які надходять у водний об'єкт. Тому важливим напрямом роботи є стимулювання та управління процесами самоочищення, які відбуваються у водних об'єктах нижче точкових джерел забруднення. Система заходів включає наступне: *усунення причин* – недопущення потрапляння забруднень у водні екосистеми: забезпечити якісне очищення СВ (у т.ч. екобіотехнологічними методами) і припинити скид неочищених СВ підприємств; *боротьба з наслідками* – вилучення забруднень з водного середовища і донних відкладень.

Оскільки більшість водних об'єктів використовуються як приймачі неочищених, або недостатньо очищених СВ, тому гідробіоценози виявляються залученими до здійснення найпростішого *екстенсивного процесу* покращення якості вод – природного самоочищення. В межах водної екосистеми регулювання можна здійснити на основі посилення процесів самоочищення у штучно створених біоценозах (біофільтри, біоплато, ботанічні майданчики, ветланди тощо), раціональної організації перероблення відходів виробничої діяльності й господарсько-побутових стоків. Створення біоствів для очищення СВ – це теж екстенсивний шлях, оскільки потребує додаткових земельних площ і процес залишається мало керованим.

Інтенсивний процес покращення якості вод – це керований процес, у якому виключена залежність результатів очищення води від абіотичних умов (температури води і повітря, освітлення тощо), крім енергетичного забезпечення.

Інтенсифікація очищення вод передбачає впровадження низки заходів:

- еколого-біологічні: добір видів для створення стійкої екосистеми з урахуванням міжвидових відносин у штучному угрупованні, забезпечення адаптації культур організмів до умов концентрованих стоків з метою зменшення й уникнення стресу (селекція і штучний добір у культивованих популяціях);

- технічні: створення закритих систем; забезпечення додаткового освітлення й аерації; розмежування у просторі певних процесів формування каскаду водойм; періодичне осушення водойм для видалення решток та аерації ґрунту ложа; автоматизація процесів розділення та очищення; диференціація екологічних ніш шляхом конструктивних змін поверхні дна, використання різноманітних інертних субстратів та носіїв (вії, керамзит тощо);

- господарсько-економічні: переробка нетоксичних компонентів (розчинених та нерозчинених органічних і мінеральних речовин) СВ з метою отримання корисної продукції (корми для риби й інших тварин, добрива).

Практичні аспекти водоохоронних екобіотехнологій було досліджено на прикладі оцінки біоремедіаційного потенціалу річки Устя. З одного боку, цей водотік є моделлю комплексного антропогенного впливу, де можна застосовувати різні методи оцінки екологічного стану, у т. ч. біоіндикації та біотестування. З іншого – один із найбрудніших водних об'єктів регіону використаний як природна модель біоконвеєра для пошуку стійких до умов забруднення й ефективних біоремедіаторів для видалення забруднень зі стічної води (рис. 4).

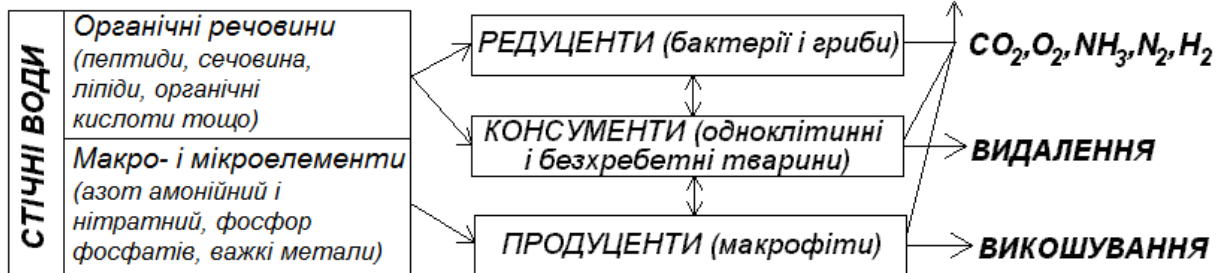


Рис. 4. Блок-схема (концептуальна модель) засвоєння та перетворення забруднювальних речовин у біоконвеєрі доочищення СВ «Рівнеоблводоканал»

Обґрунтовуються екобіотехнології десапробізації, які орієнтовані на очищення СВ від ОР у процесі культивування полі- та мезосапробів із наступним використанням біомаси гідробіонтів. Зокрема, водних олігохет *Tubifex tubifex* L. у ОС молокопереробних підприємств, безхребетних з різних систематичних і трофічних груп для очищення води в УЗВ з наступним використанням біомаси для годування молоді риби. Запропоновано нові підходи до створення системи органічної аквакультури завдяки засвоєнню відходів культивування водних живих ресурсів у штучних трофічних ланцюгах. У процесі досліджень встановлено доцільність культивування в УЗВ рослин (місцевих і тропічних видів) для утилізації біогенних елементів і фотосинтетичної реаерації.

Видалення фітомаси ВВР відкриває перспективи покращення якості вод шляхом фітоаккумуляції макро- і мікроелементів. Середній вміст азоту (N) у надземній частині рослин з найбруднішої ділянки р. Устя нижче стоків м. Рівне становив 3,73% сухої речовини. Показники вмісту азоту у фітомасі гідрофітів в середньому вищі (приблизно у 1,3 рази) порівняно з гелофітами і гірогелофітами (4,18% проти 3,29%). За накопиченням макроелемента види розташовуються у наступному порядку: *Hydrocharis morsus-ranae* > *Typha latifolia* > *Ceratophyllum demersum* > *Stuckenia pectinata* > *Glyceria maxima* > *Acorus calamus*.

Середній вміст фосфору (P) у фітомасі становив 0,83% сухої речовини. В тканинах гідрофітів вміст макроелемента понад удвічі вищий порівняно з гелофітами і гірогелофітами (1,16% проти 0,5%). За накопиченням фосфору види розташовуються у такій послідовності: *Ceratophyllum demersum* > *Stuckenia pectinata* > *Hydrocharis morsus-ranae* > *Glyceria maxima* > *Acorus calamus* > *Typha latifolia*.

За рівнем вмісту в фітомасі ВМ розташовуються в такому порядку: Zn > Cu > Pb > Cd. У фітомасі виявлено елементи, які не зафіксовано в ході гідрохімічного моніторингу – Pb і Cd. Середній вміст цинку становив 49,16 мг/кг сухої речовини, міді – 13,78, свинцю – 6,13, кадмію – 0,51 мг/кг. Гідрофіти накопичують у 2,5 разів

більше цинку, в 3,7 – міді, в 2 – свинцю та в 1,58 більше кадмію в тканинах порівняно з гелофітами і гідрогелофітами.

Згадані види рекомендується використовувати для біомоніторингу ВМ, у тому числі елементів, які не виявили у ході гідрохімічного аналізу. Широке розповсюдження *Glyceria maxima* в басейні Прип'яті дає змогу рекомендувати саме цей вид для фітоіндикації токсичного забруднення водних екосистем регіону.

Після перерахунку на площу з'ясовано, що багато біогенних макро- і мікроелементів накопичує *T. latifolia*, менше *G. maxima* і *A. calamus*. Пропонується вилучення макроелементів і ВМ з фітомасою повітряно-водних рослин, які акумулюють хімічні елементи. Відновлення рослинного покриву річок у місцях, де він порушений, дасть змогу перехоплювати біогенні елементи з поверхневого стоку і запобігати розвитку фітопланктону та «цвітінню» води. Видаленням фітомаси вказаних видів (а також *P. australis* і *T. angustifolia*) в період цвітіння можна значно знизити біогенне навантаження на екосистеми річок.

Для покращення екологічного стану річки рекомендовано створення біоплато нижче міст Здолбунів і Рівне з місцевих високопродуктивних гідрогелофітів і гелофітів. Вирощування в умовах біоплато і подальша реалізація біомаси для традиційних потреб дасть змогу запобігти виснаженню ресурсів *A. calamus*.

Відомо, що інтенсивним вегетативним розмноженням характеризуються дрібні квіткові рослини з родини Ароїдних (Araceae) підродини Ряскових (Lemonideae), поширення яких в басейні річки Устя має певні особливості, які пов'язані з чутливістю до забруднення. На найбільш забруднених ділянках нижньої течії річки Устя виявлено три види: *Lemna gibba*, *L. minor*, *Spirodela polyrrhiza*. Нижче за течією крім згаданих видів також трапляється *Wolffia arrhiza*; у ставках басейну поширена *L. trisulca*. Найчисельнішим видом в усіх створах річки виявилася *L. minor*, а в ставках – *W. arrhiza*. Індекс біорізноманіття Шеннона за цією систематичною групою – від 0,48 до 0,91.

Динаміка чисельності ряскових у процесі культивування з різним об'ємом мулу з ділянки максимального забруднення річки показала, що прогнозовано найчутливішою до забруднення виявилася *L. trisulca*, а найстійкішими – *L. minor* і *S. polyrrhiza*. Вони мали максимальний приріст чисельності впродовж експерименту – у 6,5 і 5,25 разів. Резистентна до забруднення *S. polyrrhiza* добре розмножувалася в умовах внесення підвищеного обсягу мулу.

Пропонується використання ряскових для глибокого очищення води від біогенних елементів як однієї з перспективних біотехнологій деєвтрофікації. За результатами культивування хорошу перспективу використання у ролі біоремедіаторів мають *L. minor* (час подвоєння чисельності – до 5,2 діб), *S. polyrrhiza* (до 5,9 діб), *W. arrhiza* (до 7,6 діб). Утворену в процесі очищення фітомасу плаваючих гідрофітів легко видаляти, вона багата на білок і може використовуватися як кормова добавка домашнім тваринам або риbam в УЗВ.

Розроблено спосіб очищення води рибницьких господарств індустріального типу, що включає використання вільноплаваючих водних рослин, який може бути реалізовано як в УЗВ, так і в системах із оборотним водопостачанням. Запропонований спосіб дає змогу ефективно утилізувати біогенні елементи та енергетичний потенціал забруднювальних ОР у складі СВ на приріст біомаси риб,

захистити природні водойми від забруднення, що вирішує питання зниження антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище.

Інноваційність розробки підтверджено Патентами на корисну модель № 102108 «Спосіб біологічного очищення оборотних вод рибницьких господарств індустріального типу» (2015) та № 105121 «Біореактор для очищення оборотних вод рибницьких господарств від біогенних елементів» (2016).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі виявлено механізми та наслідки впливу антропогенної діяльності на ресурси водних екосистем, на якість води і гідробіоту басейну Прип'яті. Запропоновано нові науково-методичні засади і практичні підходи до подолання деградації цих ресурсів і збалансованого їх використання, що базуються на ролі гідробіоти із переходом на модель управління нею методами екобіотехнологій: 1) культивування безхребетних і рослин для потреб очищення води, як відповідь на глобальну кризу редуцентів; 2) культивування зникаючих і рідкісних видів, як збереження генетичних резервів біотичних ресурсів.

1. Встановлено, що сфери і технології використання водних ресурсів пройшли закономірну трансформацію в ході розвитку людства від примітивних форм в епоху натурального господарства до сучасних комплексних систем, які об'єднують процеси очищення води з процесом виробництва основної продукції. Трансформація відбувалася одночасно з розширенням використання води для задоволення гігієнічних і культурних потреб, будучи непрямою ознакою «цивілізованості» суспільства. Сучасний етап – переломний, початок формування екологічної культури людства, яка щодо водних екосистем у першу чергу передбачає безумовне дотримання чинних суспільних норм використання водних ресурсів і їх удосконалення на засадах збалансованого природокористування.

2. Водні об'єкти басейну Прип'яті (району правобережних приток середньої течії) в межах 16 екорегіону Європи за Водною рамковою директивою (2000) є непридатними для рибогосподарського використання за показниками ХСК (перевищення ГДК_{риб} в усіх пунктах гідрохімічного контролю, 100%), БСК₅ (у 96,4% пунктах), вмістом важких металів (Cu – 100%, Mn – 99%, Fe – 97%, Zn – 65%). Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями показала, що водні об'єкти відносяться до II класу за середніми показниками (2–3 категорії) і характеризуються, як «чисті» і «досить чисті». За найгіршими показниками – до II–III класів (3–5 категорії), і характеризуються, як «досить чисті» – «слабко забруднені» – «помірно забруднені».

3. Аналіз екологічних індексів річок регіону показав, що зміна якості поверхневих вод відбувалася у три етапи: 1 – погіршення, від 1964 до 1990 року (I_e від 2,5–3,3 до 3,1–3,3 за середніми значеннями, від 3,0–3,7 до 3,6–4,3 за найгіршими); 2 – покращення, від 1990 до 2000 року (I_e до 2,3–2,8 за середніми, 2,6–2,9 за найгіршими); 3 – стабілізації і зниження якості води деяких річок за найгіршими значеннями, після 2000 року (I_e коливання 2,1–2,6 за середніми, 2,4–3,5 за найгіршими). Таку динаміку якості поверхневих вод можна пояснити зниженням обсягів промислового виробництва у 90-х роках XX ст., а також зниженням водності річок на початку XXI ст. внаслідок зростання посушливості клімату.

4. Сучасні евтрофікаційні процеси обумовлені антропогенними чинниками: перетворенням ландшафтів (зростання у поверхневих водах вмісту нітратів і нітритів пов'язане зі зростанням частки орних земель, $R^2 = 0,346$, $R^2 = 0,388$), процесами урбанізації (вміст фосфатів у поверхневих водах тісно пов'язаний з часткою міського населення в межах адміністративних районів, $R^2 = 0,581$).

5. Водна флора регіону налічує щонайменше 107 видів судинних рослин із 62 родів, 30 родин і 20 порядків. До переліку раритетних включено 33 види, більшість з яких поширені лише у поліській частині регіону.

6. Виявлено, що найбільший негативний вплив на популяції раритетних видів і рослинний покрив водойм та водотоків регіону мали осушувальні меліорації (на 18% видів водної флори, у т.ч. шести раритетних видів зі списку ЧКУ), гідротехнічне будівництво (на 16% видів водної флори), забруднення води (вплив на поширення гідрофітів, які становлять 40% водної флори регіону). У поліській зоні рівень видового багатства водної флори вищий, ніж у лісостеповій, яка зазнає більшої антропогенної трансформації водозборів і забруднення води промисловими та господарсько-побутовими стоками.

7. У водних об'єктах басейну Прип'яті встановлено поширення 43 видів риб і одного виду круглоротих. Вони належать до 42 родів, 13 родин, 8 рядів і 2 класів. Частка вразливих та зникаючих видів риб, згідно з ЧКУ, у складі іхтіофауни складає 18,2 % від загальної кількості таксонів.

8. Встановлено, що ресурси іхтіофауни регіону підірвані – у структурі уловів домінують за чисельністю непромислові та дрібно частикові види риб. З цінних видів відносно численні лящ (2–5%) і щука (2–4,5%). З дев'яти видів-вселенців, сім пов'язані з господарською діяльністю (16%), і були свідомо або випадково інтродуковані людиною. У водних об'єктах поліської зони рівень видового багатства іхтіофауни (загальне та раритетних видів) вищий, ніж у лісостеповій зоні. Між числовим значенням інтегрального екологічного індексу якості води річок Рівненщини та видовою різноманітністю іхтіофауни на досліджених ділянках виявлено істотний зв'язок ($R^2=0,76$).

9. Розроблена шкала деградації водних екосистем з п'яти класів, де водні об'єкти регіону відносяться до II–IV класів і характеризуються трьома рівнями деградації: слабка (рр. Стохід і Простир; о. Біле Володимирецького р-ну); середня (рр. Прип'ять, Случ, Льва, Жабичі, Корчик, Вілія; озера Нобель і Біле Зарічненського р-ну); висока (рр. Горинь, Бережанка, Бунів, Слонівка, Устя, Іква, Замчисько, Стир).

10. Екологічною основою вирішення на засадах збалансованого розвитку проблем антропогенно деградованих водних екосистем є використання адаптованих до забруднень видів біоти для зниження і компенсації завданих природі збитків. Екобіотехнології десапробізації базуються на утилізації органічних забруднювальних речовин резистентними гідробіонтами з можливим наступним використанням їх біомаси (наприклад, олігохет для кормових цілей у рибництві). Для вилучення ВМ із водного середовища доцільно вирощувати види, які накопичують значну кількість макро- і мікроелементів у фітомасі – *Typha latifolia* L., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmberg, *Acorus calamus* L. Перспективним способом використання в ролі біоремедіаторів для покращення якості води може бути

культивування *Lemna minor* L. (час подвоєння чисельності – до 5,2 діб), *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid (до 5,9 діб), *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm (до 7,6 діб).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для збереження різноманіття іхтіофауни та водної флори району правобережних приток середньої течії річки Прип'ять розробникам Смарагдової мережі України запропоновано включити до неї ділянки головних річок регіону, де зафіксоване максимальне видове багатство й мешкають види, занесені до «Червоної книги України» (2009):

– до складу Надслучанського РЛП UA0000101 – ділянка річки Случ (вверх за течією – до с. Маринин (включно); вниз за течією – від с. Бистричі до с. Хотин);

– до складу Цуманської пущі UA0000112 (Волинська обл.) – ділянка річки Горинь (від с. Новостав до с. Бечаль).

2. Регіональним та місцевим органам самоврядування, органам рибоохорони та охорони навколишнього природного середовища рекомендується до використання у роботі «Кадастр іхтіофауни Рівненської області» (2012) із картами поширення рідкісних видів риб для забезпечення їх охорони.

3. У ролі фітоіндикатора токсичного забруднення водних екосистем рекомендується використовувати лепешняк великий (*Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmberg), який широко розповсюджений у басейні Прип'яті й накопичує важкі метали у фітомасі.

4. Для покращення екологічної ситуації у басейні Прип'яті, забезпечення доброї якості поверхневих вод і збереження біорізноманіття для усіх водних об'єктів регіону суб'єктам діяльності необхідно здійснити відведення водоохоронних зон, забезпечити виконання агротехнічних, лісомеліоративних та інших заходів, спрямованих на дотримання санітарно-гігієнічних вимог у рекреаційних зонах водних об'єктів. Відповідно до рівня деградації водних екосистем додатково необхідно:

– облаштувати системи водовідведення від приміської зони і сільських населених пунктів (у першу чергу для річок Прип'ять, Случ, Льва, Жабичі, Корчик, Вілія; озер Нобель і Біле Зарічненського р-ну);

– провести реконструкцію діючих і спорудження нових очисних споруд (для річок Горинь, Бережанка, Бунів, Слонівка, Устя, Іква, Замчисько, Стир);

– для збереження рідкісних видів і угруповань гідробіонтів розширити мережу ПЗФ водними об'єктами, які зазнали слабого і середнього рівня деградації.

5. Для покращення екологічного стану водних об'єктів регіону пропонується:

– використовувати ряскові (*Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid, *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm для глибокого очищення води від біогенних елементів і запобігання евтрофікації непроточних водойм;

– вилучати макро- та мікроелементи (важкі метали) з фітомасою повітряно-водних рослин, які акумулюють хімічні елементи у значних обсягах (*Typha latifolia* L., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmberg);

– для покращення якості води в умовах біоплато вирощувати *Acorus calamus* L. з подальшою реалізацією фітомаси для традиційних потреб, що дасть змогу запобігти виснаженню ресурсів виду.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Клименко М. О. Оцінка екологічного стану водних екосистем річок басейну Прип'яті за вищими водними рослинами / М. О. Клименко, **Ю. Р. Гроховська**. – Рівне : НУВГП, 2005. – 194 с. (*написання розділів «Флористичні та фітоценотичні особливості вищої водної рослинності водойм та водотоків басейну Прип'яті» та «Фітоіндикація якості поверхневих вод та стану водного середовища»*).
2. Кононцев С. В. Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів / С. В. Кононцев, Л. А. Саблій, **Ю. Р. Гроховська**. – Рівне : НУВГП, 2011. – 151 с. (*написання підрозділів «Еколого-біологічна характеристика *Tubifex tubifex*» «Визначення видового складу біоценозу лабораторної установки» та «Перспективи використання біомаси *Tubifex tubifex* як живого корму в рибориборстві»*).
3. Кадастр іхтіофауни Рівненської області : монографія / [**Ю. Р. Гроховська**, Г. П. Воловик, С. В. Кононцев, В. С. Мошинський, М. С. Мандигра, В. О. Мосніцький]; за ред. Мошинського В. С., **Гроховської Ю. Р.** – Рівне : ТзОВ «Дока центр», 2012. – 200 с. (*написання розділів «Особливості природних умов» та «Характеристика круглоротих і риб Рівненської області»*).

Статті у наукових фахових виданнях України

4. **Гроховська Ю. Р.** Розробка рекомендацій щодо боротьби з заростанням річкових ставів вищою водною рослинністю (на прикладі господарства Рівненської області) / Ю. Р. Гроховська, Г. Ю. Бортник // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2004. – Вип. 4. – С. 85–91. (*проведення досліджень, аналіз і узагальнення експериментальних даних, формування висновків, написання статті*).
5. **Гроховська Ю. Р.** Флористичні особливості вищої водної рослинності річки Устя / Ю. Р. Гроховська // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2005. – Вип. 2 (30). – С. 200–206.
6. Кононцев С. В. Перспективи отримання біомаси *Tubifex tubifex* у процесі очищення стічних вод підприємств молочної промисловості / С. В. Кононцев, **Ю. Р. Гроховська** // Таврійський науковий вісник : зб. наук. праць ХДАУ. – Херсон, 2005. – Вип. 38. – С. 164–167. (*проведення досліджень, формування висновків, написання статті*).
7. **Гроховська Ю. Р.** Теоретичні основи цілорічного культивування макрофітів з метою доочищення стічних вод у закритих системах / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2005. – Вип. 3 (31). – С. 264–269. (*проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, формування висновків, написання статті*).
8. Клименко М. О. Накопичення важких металів гідрофітами / М. О. Клименко, **Ю. Р. Гроховська**, О. О. Бедункова // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2006. – Вип. 1 (33). – С. 159–164. (*проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті*).

9. Клименко М. О. Гідрохімічна характеристика річки Устя / М. О. Клименко, **Ю. Р. Гроховська** // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2006. – Вип. 3 (35). – С. 10–17. *(проведення досліджень, аналіз і узагальнення експериментальних даних, написання статті)*.
10. **Гроховська Ю. Р.** Аналіз гідроекологічних процесів у малій річці / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев // Таврійський науковий вісник : зб. наук. праць ХДАУ. – Херсон, 2007. – Вип. 48. – С. 121–129. *(проведення досліджень, аналіз і узагальнення експериментальних даних, написання статті)*.
11. **Гроховська Ю. Р.** Оцінка якості води Чорного моря в районі м. Ялта / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2007. – Вип. 3 (39). – С. 47–53. *(проведення досліджень, узагальнення експериментальних даних і рекомендації щодо використання водних рослин для доочищення води, написання статті)*.
12. **Гроховська Ю. Р.** Інтенсивні та екстенсивні біотехнології відновлення якості природних та стічних вод / Ю. Р. Гроховська // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2007. – Вип. 4 (40). – С. 52–58.
13. **Гроховська Ю. Р.** Тенденції зміни гідроекологічних характеристик в різних екотопах / Ю. Р. Гроховська, Н. В. Кірюшенко // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2008. – Вип. 3 (43). – С. 18–24. *(проведення досліджень, формування висновків)*.
14. **Гроховська Ю. Р.** Екологічний стан та гідробіологічна характеристика річки Корчик / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев, С. О. Андрійчук // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2010. – Вип. 4 (52). – С. 94–101. *(проведення досліджень, їх узагальнення, написання статті)*.
15. **Гроховська Ю. Р.** Рідкісні види круглоротих і риб Рівненщини / Ю. Р. Гроховська, В. О. Мосніцький, С. В. Кононцев // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2011. – Вип. 3 (55). – С. 46–52. *(проведення досліджень, їх узагальнення, написання статті)*.
16. Кононцев С. В. Хвороби декоративних риб та шляхи їх поширення / С. В. Кононцев, **Ю. Р. Гроховська** // Таврійський науковий вісник : зб. наук. праць ХДАУ. – Херсон, 2011. – Вип. 76. – С. 240–246. *(проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті)*.
17. **Гроховська Ю. Р.** Аналіз відповідності гідрохімічних показників водних об'єктів Рівненщини рибогосподарським вимогам / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2012. – Вип. 2 (58). – С. 114–121. *(проведення досліджень, їх узагальнення, формування висновків, написання статті)*.
18. **Гроховська Ю. Р.** Раритетні види та угруповання вищих водних і прибережно-водних рослин Рівненської області / Ю. Р. Гроховська, В. О. Володимирець, С. В. Кононцев // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2013. – Вип. 2 (62). – С. 182–197. *(проведення досліджень, їх узагальнення, формування висновків, написання статті)*.
19. **Гроховська Ю. Р.** Аналіз впливу гідрохімічного режиму на видове різноманіття іхтіофауни річок Рівненщини / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев,

- А. В. Хорхолюк // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2013. – Вип. 3 (63). – С. 61–74. *(розробка ідеї, аналіз і узагальнення даних, написання статті)*.
20. **Гроховська Ю. Р.** Екологічна різноманітність іхтіофауни річки Стир / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев, А. В. Кульпач // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2014. – Вип. 1 (65). – С. 9–21. *(проведення досліджень, їх узагальнення, написання статті)*.
21. Клименко М. О. Гідроекологічний моніторинг та фітоіндикація стану водних екосистем басейну Прип'яті / М. О. Клименко, **Ю. Р. Гроховська** // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2014. – Вип. 2 (66). – С. 29–38. *(проведення досліджень, їх узагальнення, написання статті)*.
22. **Гроховська Ю. Р.** Антропогенез і прісноводні екосистеми: ретроспекція та сучасні проблеми/ Ю. Р. Гроховська // Таврійський науковий вісник : Науковий журнал. – Херсон : Грін Д.С., 2017. – Вип. 97. – С. 207–215.
23. Кононцев С. В. Порівняльний аналіз методів знезараження води рибницьких господарств індустріального типу / С. В. Кононцев, **Ю. Р. Гроховська** // Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2010. – Вип. 2 (50). – С. 58–63. *(аналіз літературних і експериментальних даних, написання статті)*.

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав

24. **Гроховская Ю. Р.** Экологический анализ качества поверхностных вод осушительных систем / Ю. Р. Гроховская, П. М. Скрипчук, В. М. Рыбак // Мелиорация переувлажненных земель. – Минск (Беларусь), 2007. – № 2 (58). – С. 47–156. *(проведення досліджень, аналіз результатів, написання статті)*.
25. **Гроховская Ю. Р.** Особенности видового состава гидрофильной флоры Ровенской области Украины / Ю. Р. Гроховская, В. А. Володимирец // Фиторазнообразие Восточной Европы. – Тольятти (Россия), 2015. – Т. 9, вып. 2. – С. 32–44. *(проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті)*.
26. Кононцев С. В. Использование макрофитов для очистки воды УЗВ от соединений азота / С. В. Кононцев, Л. А. Саблий, **Ю. Р. Гроховская** // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / под общ. ред. В. Ю. Агееца. – Вып. 31. – Минск (Беларусь), 2015. – С. 85–90. *(аналіз літературних і експериментальних даних, написання статті)*.
27. Nitrogen removal from fish farms water by *Lemna minor* and *Wolffia arrhiza* / L. Sabliy, S. Konontsev, **J. Grokhovska**, M. Widomski and G. Lagod // Proceedings Society of Ecological Chemistry and Engineering (SEChE), Proceeding of ECOpole. – Opole (Poland), 2016. – Vol. 10. – No. 2. – P. 499–504. *(аналіз експериментальних даних, написання статті)*.

Матеріали та тези доповідей з'їздів, конференцій, семінарів

28. **Гроховська Ю. Р.** Загальна характеристика іхтіофауни Рівненської області / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев, Г. П. Воловик // Шляхи збереження і відновлення рибництва та водних екосистем у Поліському регіоні : матеріали

- Всеукр. наукової конф., 24-26 жовт. 2011 р. – Рівне, 2011. – С. 53–61. *(проведення досліджень, аналіз і узагальнення даних, участь у написанні)*.
29. **Гроховская Ю. Р.** Применение биологических методов очистки воды в рециркуляционных системах выращивания рыбы / Ю. Р. Гроховская, С. В. Кононцев // 5-й Міжнародний екологічний форум «Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета», 21-22 листоп., 2013. – Херсон, 2013. – С. 210–214. *(розробка ідеї, формування висновків, участь у написанні)*.
30. **Гроховська Ю. Р.** Вільноплаваючі рослини малих річок басейну Горині / Ю. Р. Гроховська, І. О. Парфенюк // Актуальні проблеми ботаніки та екології : матеріали міжнародної конференції молодих учених. – Умань : Видавець «Сочінський», 2014. – С. 84–85. *(проведення досліджень, аналіз і узагальнення даних, участь у написанні)*.
31. **Гроховська Ю. Р.** Екологічна оцінка якості води малих річок басейну Горині / Ю. Р. Гроховська, І. О. Парфенюк // Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 29-30 квітня 2014 р. – Тернопіль, 2014. – С. 78–79. *(аналіз і узагальнення даних, формулювання висновків, участь у написанні)*.
32. Саблій Л. А. Біологічні аспекти очищення оборотної води рибницьких господарств із замкнутим циклом водозабезпечення / Л. А. Саблій, С. В. Кононцев, **Ю. Р. Гроховська** // Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., 8-11 жовтня 2014 р., м. Київ. – К. : Національний технічний університет України «КПІ», 2014. – С. 166–169. *(аналіз літературних даних, формування висновків, участь у написанні)*.
33. **Гроховська Ю. Р.** Екологічна структура водної флори Рівненщини / Ю. Р. Гроховська // Матеріали Першої міжнародної науково-практичної конференції (Броди, 3-5 червня 2015 року). – Львів : Ліга-Прес, 2015. – С. 27–31.
34. **Гроховська Ю. Р.** Систематична структура і ресурсний потенціал водної флори Стир-Гориньської частини басейну Прип'яті / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев // Актуальні проблеми дослідження довкілля : за матеріалами VI Міжнародної наукової конференції, присвяченої 150-річчю з дня народження академіка Г. М. Висоцького, 20-23 травня 2015 р., м. Суми. – Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2015. – Т.1. – С. 45–49. *(проведення досліджень, аналіз результатів, участь у написанні)*.
35. **Гроховская Ю. Р.** Ресурсы водной флоры Ровенской области Украины / Ю. Р. Гроховская, С. В. Кононцев // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. – Nitra (Slovakia), 2015. – Part I. – Р. 201–204. *(проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, участь у написанні)*.
36. Кононцев С. В. Принцип біоконвеєра в очищенні води рибницьких господарств індустріального типу / С. В. Кононцев, Л. А. Саблій, **Ю. Р. Гроховська** // Збірник статей за матеріалами Міжнародного Конгресу та Технічної виставки «ЕТЕВК-2015» «Екологія, Технологія, Економіка, Водопостачання, Каналізація» (Іллічівськ, 8-12 червня 2015 року). – Іллічівськ, 2015. – С. 194–197. *(аналіз літературних даних, формування висновків, участь у написанні)*.
37. **Гроховська Ю. Р.** Еколого-географічний огляд іхтіофауни Рівненської області / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев // VIII Міжнародна іхтіологічна науково-

- практична конференція «Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології» (Херсон, 17-19 вересня 2015 року). – Херсон, 2015. – С. 45–49. (*аналіз і узагальнення даних, участь у написанні*).
38. **Гроховська Ю. Р.** Водна флора Стир-Гориньської частини басейну Прип'яті / Ю. Р. Гроховська // V Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Вінниця, 23-26 вересня 2015). – Вінниця, 2015. – С. 127.
39. **Гроховська Ю. Р.** Частухоцвіті (Alismatales) водних екосистем басейну Горині / Ю. Р. Гроховська // II Всеукраїнська науково–практична конференція за міжнародною участю «Екологічні проблеми природокористування та охорона навколишнього середовища» (Рівне, 21-23 жовтня 2015). – Рівне, 2015. – С. 44–45.
40. Саблій Л. А. Використання вищих водних рослин для очищення води у індустріальному рибництві / Л. А. Саблій, С. В. Кононцев, **Ю. Р. Гроховська** // Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., 28-30 жовтня 2015 р., м. Київ. – К. : Національний технічний університет України «КПІ», 2015. – С. 180–181. (*формування висновків, участь у написанні*).
41. **Гроховская Ю. Р.** Экобиотехнологии десапробизации: теоретические и практические аспекты / Ю. Р. Гроховская, Л. А. Саблій, С. В. Кононцев // II Международная научно-техническая интернет-конференция «Ресурсосбережение и энергоэффективность инженерной инфраструктуры урбанизированных территорий и промышленных предприятий» (Харьков, 2-27 февраля 2016 г.). – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2016. – С. 107–109. (*розробка ідей, формування висновків, участь у написанні*).
42. **Гроховська Ю. Р.** Антропогенез і водні ресурси: проєкції та перспективи / Ю. Р. Гроховська // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню води (тематика 2016 року – «Вода і робочі місця») 22 березня 2016 р. – К., 2016. – С. 36–37.
43. **Гроховська Ю. Р.** Збереження екосистеми річки Случ як оселища раритетних гідробіонтів і туристичної перлини Рівненщини / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев // Збірник тез I Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи розвитку сільського та екологічного туризму в Україні». – Березне ; Рівне, 2016. – С. 115–116. (*проведення досліджень, аналіз результатів, участь у написанні*).
44. **Гроховська Ю. Р.** Культивування ряскових в умовах забруднення води / Ю. Р. Гроховська // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції», 27 жовтня 2016 року. – Житомир : ЖДТУ, 2016. – С. 54.
45. **Гроховська Ю. Р.** Фітоаккумуляція макро- і мікроелементів – перспективи покращення якості поверхневих вод / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев // Вода: проблеми та шляхи вирішення : збірник статей науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Рівне, 6-8 липня 2016 року. – Житомир: ЖДТУ, 2016. – С. 41–47. (*проведення досліджень, аналіз результатів, участь у написанні*).
46. Кононцев С. Біотехнологія культивування кормових організмів у системі відновлення якості води рибницьких комплексів індустріального типу / С. Кононцев, Л. Саблій, **Ю. Гроховська** // Біотехнологія: досвід, традиції та

інновації : збірник наукових праць. – К. : НУХТ. – 2016. – С. 84–91. *(проведення досліджень, участь у написанні)*.

47. **Гроховська Ю. Р.** Екологічний резонанс як відгук екосистеми на антропогенний вплив / Ю. Р. Гроховська // Біологічні дослідження – 2017: збірник статей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Житомир, 14-16 березня 2017 року. – Житомир, 2017. – 197–199 с.

Статті в інших наукових виданнях

48. **Гроховська Ю. Р.** Видовий склад судинних рослин малих річок лісостепової частини басейну Горині / Ю. Р. Гроховська, В. О. Володимирець // Природа Західного Полісся та прилеглих територій : зб. наук. пр. / за заг. ред. Ф. В. Зузука. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2015. – № 12. – С. 110–116. *(проведення досліджень, аналіз та інтерпретація даних, написання статті) (фахове видання з біологічних наук)*.
49. Клименко М. О. Фітотоксичність донних відкладів р. Устя як показник стану екологічної безпеки гідроекосистеми / М. О. Клименко, Т. М. Колесник, **Ю. Р. Гроховська**, Л. М. Стецюк // Екологічний вісник : науково-популярний екологічний журнал. – 2012. – № 2. – С. 24–26. *(аналіз і узагальнення результатів досліджень, написання статті)*.
50. Кононцев С. В. Очищення води рибницьких господарств із замкнутим циклом водозабезпечення від сполук амонійного нітрогену / С. В. Кононцев, Л. А. Саблій, **Ю. Р. Гроховська** // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки : наук.-техн. зб. – К., 2016. – Вип. №27. – С. 170–177. *(формування висновків, написання статті) (фахове видання з технічних наук)*.
51. Ліхо О. Оцінка якості води р. Турія за індексом фітоіндикації / О. Ліхо, **Ю. Р. Гроховська**, І. Веремійчик // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – Львів : ЛУ, 2009. – Випуск 37. – С. 158–163. *(проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті) (фахове видання з географічних наук)*.

Патенти

52. Патент України на корисну модель № 102108, МПК C02F 3/34. Спосіб біологічного очищення оборотних вод рибницьких господарств індустріального типу / С. В. Кононцев, Л. А. Саблій, **Ю. Р. Гроховська**, В. С. Жукова : заявл. 22.05.15; опубл. 12.10.15, Бюл. № 19. *(теоретичний аналіз процесів очищення з використанням плаваючих рослин, визначення раціональних параметрів очищення у біоставах)*.
53. Патент України на корисну модель № 105121, МПК C02F 3/34. Біореактор для очищення оборотних вод рибницьких господарств від біогенних елементів / С. В. Кононцев, Л. А. Саблій, **Ю. Р. Гроховська**, В. С. Жукова : заявл. 22.07.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. *(ідея вилучення біогенних елементів з циркуляційної води УЗВ за допомогою вищих водних рослин)*.

Навчальні видання

54. Гідроботаніка : посіб. для студ. вищ. навч. закл. / **Ю. Р. Гроховська**, О. Є. Ходосовцев, Ю. В. Пилипенко, С. В. Кононцев. – Херсон : Олді-Плюс, 2013. – 376 с. *(написання розділів «Вищі рослини», «Основи гідроекології рослин і фітоценології»)*.

55. Гідроекологія : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / М. О. Клименко, Ю. В. Пилипенко, **Ю. Р. Гроховська**, О. В. Лянзберг, О. О. Бедункова. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 379 с. (написання тем «Водна екосистема, її склад і місце в біосфері», «Екологічні фактори водного середовища», «Природні та антропогенні забруднення водних екосистем»).
56. **Гроховська Ю. Р.** Біологічний моніторинг водного середовища : навч. посіб. / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев, Т. М. Колесник. – Рівне : НУВГП, 2010. – 161 с. (написання тем «Екологічні основи біомоніторингу», «Антропогенні стресори», «Токсичне забруднення та його наслідки для водних екосистем», «Рівні біологічного моніторингу та біоіндикації»).
57. **Гроховська Ю. Р.** Біохімія гідробіонтів: Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення / Ю. Р. Гроховська. – Рівне: НУВГП, 2008. – 180 с.
58. **Гроховська Ю. Р.** Ботаніка з основами гідроботаніки : навч. посіб. / Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев. – Рівне : НУВГП, 2010. – 341 с. (написання розділів «Гістологія рослин», «Анатомія рослин», «Систематика рослин», «Вищі рослини», «Основи гідроекології рослин і фітоценології»).
59. Клименко М. О. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем : навч. посібник / М. О. Клименко, С. С. Трушева, **Ю. Р. Гроховська**. – 1-е вид. – Рівне : НУВГП, 2004. – Т. 3: (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, екологія, управління). – 211 с. (написання розділу «Дослідження середовища методами біоіндикації та біотестування»).
60. Клименко М. О. Гідроекологія : навч. посіб. / Клименко М. О., **Гроховська Ю. Р.**, Бедункова О. О. – Рівне : НУВГП, 2008. – 178 с. (написання тем «Органічне забруднення водних екосистем», «Евтрофування, його причини і наслідки для водних екосистем», «Токсичне забруднення і його наслідки для водних екосистем»).

АНОТАЦІЯ

Гроховська Ю. Р. Екологічні основи збалансованого використання ресурсів водних екосистем басейну Прип'яті. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». – Інститут захисту рослин НААН України, Київ, 2017.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод регіону показала, що водні об'єкти відносяться до II класу за середніми показниками і характеризуються, як «чисті» та «досить чисті». За найгіршими показниками – до II – III класів, і характеризуються, як «досить чисті» – «слабко забруднені» – «помірно забруднені».

Встановлено видовий склад водної флори (107 видів вищих рослин) та іхтіофауни (43 види риб і один вид круглоротих); встановлено місця поширення раритетних видів рослин (30,8% від загальної кількості таксонів) та риб (18,2%). Більшість раритетних видів поширені лише у поліській частині регіону, де ландшафти водозбору зазнали найменших антропогенних змін.

Теоретично обґрунтовано та розроблено рекомендації щодо впровадження екобіотехнологій десапробізації, що базуються на утилізації органічних забруднювальних речовин гідробіонтами з наступним використанням їх біомаси.

Запропоновано включення до Смарагдової мережі України ділянок головних річок регіону; складено список раритетних видів. За результатами культивування встановлені перспективні біоремедіатори якості води.

Ключові слова: водна екосистема, якість води, збереження біорізноманіття, водна флора, іхтіофауна, екологічні біотехнології, збалансоване природокористування.

АННОТАЦИЯ

Гроховская Ю.Р. Экологические основы сбалансированного использования ресурсов водных экосистем бассейна Припяти. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 «Экология». – Институт защиты растений НААН Украины, Киев, 2017.

Экологическая оценка качества поверхностных вод региона показала, что водные объекты относятся к II классу по средним показателям и характеризуются, как «чистые» и «достаточно чистые». По худшим показателям – к II–III классам, а объекты «достаточно чистые» – «слабо загрязненные» – «умеренно загрязненные».

Установлен видовой состав водной флоры (107 видов высших растений) и ихтиофауны (43 вида рыб и один вид круглоротых); установлены места распространения раритетных видов растений (30,8% от общего числа таксонов) и рыб (18,2%). Большинство раритетных видов встречаются только в полесской части региона, где ландшафты водосбора подверглись наименьшим изменениям.

Теоретически обоснованы и разработаны рекомендации по внедрению экобиотехнологий десапробизации, которые предусматривают утилизацию органических загрязняющих веществ резистентными гидробионтами с последующим использованием их биомассы. Предложено включение в Изумрудную сеть Украины участков главных рек региона; составлен список раритетных видов. По результатам культивирования установлены перспективные биоремедіаторы качества воды.

Ключевые слова: водная экосистема, качество воды, сохранение биоразнообразия, водная флора, ихтиофауна, экологические биотехнологии, сбалансированное природопользование.

SUMMARY

Grokhovska Y.R. Ecological bases of balanced use of Pripyat river basin water ecosystem resources. – The manuscript.

The dissertation for obtaining degree of a Doctor of Agricultural Sciences for the Specialty 03.00.16 – Ecology. – Institute of Plant Protection National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, 2017.

Water bodies of Pripyat River basin (within the district of right bank tributaries in the middle part of the river) within the 16th European ecoregion under the Water Framework Directive (2000) have failed to meet the water quality criteria for fresh-water fish habitat by indicators of chemical oxygen demand (excess of standards at 100% of control points), biochemical oxygen demand BOD₅ (96.4% of control points), and heavy metals concentrations (Cu – 100%, Mn – 99%, Fe – 97 %, Zn – 65%).

The ecological assessment of the water quality by the relevant categories showed that the water bodies belong to the II class by the average quality indicators (2–3 categories) and they are characterized as "clean" and "clean enough". According to the worst quality indicators, they belong to II–III classes, and they are characterized as "very clean" – "slightly polluted" – "moderately polluted".

The analysis of ecological indexes of the region's rivers has shown three periods of the change in the quality of surface waters: 1 – deterioration, from 1964 to 1990 (I_e from 2.5–3.3 to 3.1–3.3 I_e by average indicators; from 3.0–3.7 to 3.6–4.3 by the worst indicators); 2 – improvement, from 1990 to 2000 (I_e to 2.3–2.8 by average, 2.6–2.9 by the worst indicators); 3 – stabilization and decrease of water quality of some rivers by the worst indicators after 2000 (I_e fluctuations 2.1–2.6 by average, 2.4–3.5 by the worst). Such dynamics of surface water quality can be explained by economic reasons, in particular, by the decline in industrial production in the 1990s, and the decrease of water content of rivers at the beginning of the 21st century due to the increased climate dryness.

Eutrophication processes are caused by anthropogenic factors: the transformation of landscapes (increase of nitrate and nitrite content in surface waters is associated with an increase in the proportion of arable land, $R^2 = 0,346$, $R^2 = 0,388$), urbanization processes (phosphate content in surface waters is closely related to the proportion of urban population within administrative districts, $R^2 = 0,581$).

It was established that the region's aquatic flora includes 107 species of vascular plants, which belong to 62 genera, 30 families. The list of rare species includes 33 species from 26 genera and 19 families. Most of these species are distributed only in the Polissya part of the region, where catchment landscapes have undergone the slightest change. By the number of rare species, the physiographic regions are located in the following order: Volyn Polissya (28 species; 28%) Zhytomyr Polissya (17; 20%) > Volyn Upland (16; 19%) > Small Polissya (12; 15%).

The greatest impact on vegetative cover resulted from the drainage of the marshes for the agricultural needs – land reclamation (negative impact on the population of at least 18% of aquatic flora species), hydrotechnical construction (impact on the population of at least 16% of the species), water pollution (impacts on the distribution of hydrophytes, which make up to 40% of aquatic flora). This can explain lesser extent of species' richness of aquatic flora in the forest-steppe zone of the region, which had undergone more anthropogenic transformation of the catchments in the past and suffers from the consequences of the water bodies' systematic pollution in the modern period. The distribution of adventitious species (6 species, 5.6% of species composition) has certain effect, which began with *Acorus calamus* L. at the time of Mongol-Tatar raids.

The anthropogenic impact on ichthyofauna is shown in a decrease of its diversity and productivity. Rivne region is one of the richest in natural water objects, but provides only 1.1–2.1% of the total production of aquatic living resources in inland waters of Ukraine. 43 fish species and one specie of cyclostomes may be found there. It represents 17.4% of their total quantity in Ukraine. The species belong to 42 genera and 13 families.

Rheophilic fish species in catches were rare, exclusively on the flowing sections of the Styr, Goryn and Sluch rivers. The structure of catches was dominated by the number of non-commercial fish species. Of the nine invasive species, seven are related to economic activity and were deliberately or accidentally introduced or reintroduced by humans.

Species richness of ichthyofauna is the highest within the Volyn Polissya, and the lowest within the Volyn Upland. High numbers of rare species richness were discovered within the Zhytomyr Polissya. Substantial connection between species richness of ichthyofauna and water quality of rivers in Rivne-region by integral ecological index values were found ($R^2=0.76$).

The solution of scientific problem of water ecosystems' conservation and revitalization in the Pripyat Basin in the area of biodiversity conservation requires the expansion of the natural preserve fund by including places of rare species distribution. The fraction of rare species in the ichthyofauna is 18.2% of the total number of taxa. The territories that were created for ichthyofauna conservation cover only 1.8% of the network of the region's natural reserve fund. Therefore, the issue of granting the status of nature reserves to individual water bodies or their areas where rare species of hydrobionts are concentrated is especially acute.

Analysis of the hydroecological processes which takes place in the small Ustya river (the tributary of Goryn River), which is a natural model of the complex anthropogenic impact, showed its characteristic components – organic and toxic pollution against the background of eutrophication. Species that were found on the dirtiest part of the river are the promising local reserve for the development and application of water-conserving environmental biotechnologies: fodder invertebrates for water purification from organic compounds, vascular macrophytes for the accumulation of macro- and microelements.

Content analysis of macro- (N and P) and microelements (Zn, Cu, Pb, Cd) in phytomass has showed, on average, higher data on hydrophytes compared to helophytes and hygrophelophytes (N – almost 1.3 times; P – 2.3; Zn – 2.5; Cu – 3.7; Cd – 1.58; Pb – 2). Among hydrophytes *Hydrocharis morsus-ranae* L. accumulates most macro- and microelements in phytomass, among helophytes *Glyceria maxima* (C. Hartm.) accumulates most zinc, lead and cadmium, *Acorus calamus* L. accumulates most of the copper. In phytomass of aquatic plants, toxic elements have been detected, which had not been detected during the hydrochemical analysis.

According to the results of cultivation in the conditions of complex water pollution, it has been established that there is a good perspective for using bioremediators to improve water quality. Those species are *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid, *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm.

Keywords: water ecosystem, water quality, biodiversity conservation, aquatic flora, ichthyofauna, environmental biotechnology, balanced nature using.

Підписано до друку 05.09.2017 р. Формат 60×90¹/₁₆.
Папір друкарський № 1. Гарнітура Times.
Друк різнографічний. Ум.-друк. арк. 1,9.
Тираж 100 прим. Зам. № 5317.

Видавець і виготовлювач
Редакційно-видавничий відділ Національного університету
водного господарства та природокористування,
33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.