

РЕАБИЛИТАЦИЯ ИХТИОФАУНЫ ПРИПЯТСКОГО ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОРИДORA С ПОЗИЦИЙ ГИДРОЭКОЛОГИИ

И. В. Гриб, kaf.vb@nuvm.edu.ua, Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно

В. В. Сондак, kaf.vb@nuvm.edu.ua, Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно

О. В. Волкошовец, kaf.vb@nuvm.edu.ua, Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно

Н. Л. Колесник, kolenataleo@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН Украины, г. Киев

М. Ю. Симон, seemann.sm@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН Украины, г. Киев

Цель. Определить ихтиоэкологические критерии оценки состояния речных бассейнов Припятского ГЭК — разработать их матрицы, а также исследовать лимитирующие факторы влияния на функционирование экосистем, что необходимо для нахождения путей реабилитации ихтиофауны этого важного природного объекта всеукраинского значения.

Методика. Оценивали количественное и качественное состояние ихтиофауны Припятского ГЭК на основе камеральной обработки собранного экспедиционным путем материала, а также опросов рыболовов-аматоров. Изучали гидрологический режим Припятского ГЭК, используя ежегодники гидрометеослужбы Полесского региона с 1922 по 2005 гг.; обработку вышеуказанных данных осуществляли при помощи созданной нами математической программы в редакторе Delphi. Водную среду рассматривали как «черный ящик» с входящей и исходящей информацией, которую измеряли по 50 показателям, согласно комплексной экологической классификации качества воды.

Результаты. Доказано, что реабилитация Припятского ГЭК с позиций гидроэкологии остро необходима. Оценены изменения в экосистеме Припятского ГЭК с помощью пространственного биомаркера, отмечено резкое ухудшение среды обитания и условий воспроизводства рыб. Представлена формализованная схема функционирования Припятского ГЭК, из которой следует, что его освоение было крайне не рационально. Осуществлен сравнительный анализ состояния ихтиоценоза речных экосистем Стыр-Горынского рыбновосстановительного комплекса относительно не трансформированных бассейнов.

Научная новизна. Был разработан пространственный биомаркер состояния поверхностных вод и использован для оценки условий воспроизводства аборигенной ихтиофауны рек Стыр и Горынь в Припятском ГЭК. Введен комплексный индекс состояния экосистемы исследуемого бассейна ($V_{эж}$), который рассчитывали по соотношению его фактических показателей и их оптимальным характеристикам, согласно разработанной нами формуле.

© И. В. Гриб, В. В. Сондак, О. В. Волкошовец, Н. Л. Колесник, М. Ю. Симон, 2019



Практическая ценность. Сформулированы основные направления реабилитации ихтиофауны Припятского ГЭК в Западном Полесье и представлена базовая схема ее проведения. Продемонстрирована эффективность использования пространственного биомаркера и бассейнового подхода.

Ключевые слова: река Припять, река Стыр, река Горынь, река Случ, ихтиофауна, экосистема, гидроэкология, Западное Полесье, гидроэкологический коридор, биомаркер.

REHABILITATION OF FISH FAUNA IN THE PRIPYAT HYDROECOLOGICAL CORRIDOR FROM HYDROECOLOGY POSITIONS

Y. Gryb, kaf.vb@nuvm.edu.ua, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne

V. Sondak, kaf.vb@nuvm.edu.ua, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne

O. Volkshovetz, kaf.vb@nuvm.edu.ua, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne

N. Kolesnik, kolenataleo@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

M. Simon, seemann.sm@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. To define the ichthyecological criteria for assessing the status of river catchments of the Pripyat HEP — to develop their matrices, as well as to study the limiting factors of influence on ecosystem functioning that is necessary to find ways for the rehabilitation of fish fauna of this important natural object of national significance.

Methodology. The quantitative and qualitative status of fish fauna of the Pripyat HEP was assessed based on the cameral processing of the material collected in expeditions, as well as interviewing recreational fishermen. We studied the hydrological regime of the Pripyat HEP, using the yearbooks of the hydrometeorological services of the Polissya region from 1922 to 2005. Processing the abovementioned data was performed using a mathematical program created by us in Delphi. The aquatic environment was considered as a “black box” with incoming and outgoing information, which was measured by 50 parameters according to a comprehensive environmental classification of water quality.

Findings. It was proved that the rehabilitation of the Pripyat HEP is urgently needed from the standpoint of hydroecology. Changes in the ecosystem of the Pripyat HEP were assessed using a spatial biomarker, a sharp deterioration in the habitat and conditions of fish reproduction were noted. A formalized functioning scheme of the Pripyat HEP is presented, from which it follows that its development was extremely irrational. A comparative analysis of the state of the ichthyocenosis of river ecosystems in the Styr-Horyn fish-restoration complex relative to non-transformed catchments was carried out.

Originality. A spatial biomarker of the surface water state was developed and used to assess the conditions for the reproduction of native fish fauna in the Styr and Horyn rivers in the Pripyat hydroelectric station. A comprehensive index of the ecosystem state of the studied catchment (Vec.) was introduced and calculated by the ratio of its actual parameters to their optimal characteristics, according to our formula.

Practical value. The main trends of the rehabilitation of fish fauna in the Western Polissya area of Pripyat HEP are formulated and the basic scheme of its implementation is presented. The effectiveness of using a spatial biomarker and a catchment approach has been demonstrated.

Key words: Pripyat River, Styr River, Horyn River, Sluch River, ichthyofauna, ecosystem, hydroecology, Western Polissya, hydroecological corridor, biomarker.



РЕАБІЛІТАЦІЯ ІХТІОФАУНИ ПРИП'ЯТСЬКОГО ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО КОРИДОРУ З ПОЗИЦІЙ ГІДРОЕКОЛОГІЇ

Й. В. Гриб, kaf.vb@nuvm.edu.ua, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

В. В. Сондак, kaf.vb@nuvm.edu.ua, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

О. В. Волкошовець, kaf.vb@nuvm.edu.ua, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

Н. Л. Колесник, kolenataleo@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН України, м. Київ

М. Ю. Симон, seemann.sm@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН України, м. Київ

Мета. Визначити іхтіоекологічні критерії оцінки стану річкових басейнів Прип'ятського ГЕК — розробити їхні матриці, а також дослідити лімітні чинники впливу на функціонування екосистем. Вищезазначене необхідно для знаходження шляхів реабілітації іхтіофауни цього важливого природного об'єкта всеукраїнського значення.

Методика. Оцінювали кількісний і якісний стан іхтіофауни Прип'ятського ГЕК на основі камеральної обробки матеріалу, який був зібраний експедиційним шляхом, а також опитувань рибалок-аматорів. Вивчали гідрологічний режим Прип'ятського ГЕК, використовуючи щорічнікни гідрометеослужби Поліського регіону з 1922 по 2005 рр. Обробку вищенаведених даних здійснювали за допомогою створеної нами математичної програми в редакторі Delphi. Водне середовище розглядали як «чорний ящик» з вхідною та вихідною інформацією, яку вимірювали за 50 показниками, згідно з комплексною екологічною класифікацією якості води.

Результати. Доведено, що реабілітація Прип'ятського ГЕК з позицій гідроекології гостро необхідна. Оцінено зміни в екосистемі Прип'ятського ГЕК за допомогою просторового біомаркера, відзначено різке погіршення середовища існування та умов відтворення риб. Представлено формалізовану схему функціонування Прип'ятського ГЕК, з якої випливає, що його освоєння було зроблено вкрай не раціонально. Здійснено порівняльний аналіз стану іхтіоценозу річкових екосистем Стир-Гориньського рибо-відновного комплексу відносно не трансформованих басейнів.

Наукова новизна. Був розроблений просторовий біомаркер стану поверхневих вод та використаний для оцінки умов відтворення аборигенної іхтіофауни річок Стир і Горинь в Прип'ятському ГЕК. Введено комплексний індекс стану екосистеми досліджуваного басейну ($V_{ЕК}$), який розраховували за співвідношенням його фактичних показників до їх оптимальних характеристик, згідно з розробленою нами формулою.

Практична цінність. Сформульовано основні напрямки реабілітації іхтіофауни Прип'ятського ГЕК в Західному Поліссі та представлена базова схема її проведення. Продемонстровано ефективність використання просторового біомаркера і басейнового підходу.

Ключові слова: річка Прип'ять, річка Стир, річка Горинь, річка Случ, іхтіофауна, екосистема, гідроекологія, Західне Полісся, гідроекологічний коридор, біомаркер.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Река Припять, соединяющая водные бассейны Балтийского и Черного морей — редкое послеледниковое водно-болотное образование с удивительным разнообразием редких видов флоры и фауны. Множественность ее водно-болотных угодий обуславливает соответствующее количество промежуточных экотонів. Эти



переходные зоны между биомами (биосистемами, содержащими несколько тесно связанных биоценозов) стабилизируют состав ихтиофауны и создают условия для устойчивого воспроизводства популяций гидробионтов [1, 2].

Соответственно, логично ожидать, что богатство водно-болотных угодий и значительная густота речной сети (до 0,3 км/км²) реки Припять, протекающей в Западном Полесье, должны были бы создавать и высокую рыбопродуктивность водной среды. Однако, вылов рыбы за последние 15 лет сократился на целый порядок, а в водоемах доминируют 8–10 фитофильных видов рыб. В целом, это свидетельствует о кризисной ситуации в водных экосистемах, которая вызвана ухудшением качества среды обитания рыб [3].

Анализ результатов многочисленных исследований позволяет утверждать, что проблемы, связанные с низкой продуктивностью и малым видовым биоразнообразием ихтиофауны, вызваны нарушением воспроизводства гидробионтов. Последнее, в свою очередь, обусловлено активной хозяйственной деятельностью в бассейнах малых рек — их зарегулированием, сбросом сточных вод, канализированием русел и т.д. Кроме того, существенно изменилась и структура ландшафтов — под пахотные земли отданы водосборные территории бассейнов рек, водоохранные зоны и прибрежные полосы не обустроены, происходит бесконтрольная вырубка лесов, проводится мелиорация [4–8].

Специфика этих изменений в связи с состоянием ихтиофауны реки Припять в регионе Западної Полесья широко освещена в работах В. Д. Романенко, И. В. Гриба, В. В. Сондак и др. Однако, в хозяйственной политике Украины представленные наработки на данный момент не нашли практического применения. В результате, в исследуемом регионе остро стоит вопрос о реабилитации нарушенных водных экосистем и восстановлении естественных условий воспроизводства аборигенных видов рыб, с целью повышения продуктивности водоёмов. Кроме того, усовершенствование использования естественных водных объектов позволяет развивать природные механизмы воспроизводства рыбных запасов, улучшая их видовое разнообразие и биологическую продуктивность [9–13].

ВЫДЕЛЕНИЕ НЕРЕШЕННЫХ РАНЕЕ ЧАСТЕЙ ОБЩЕЙ ПРОБЛЕМЫ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучать экологическое состояние водного объекта только с позиций качества водной среды методически не совсем корректно, т.к. подобное исследование не даёт возможности провести оценку состояния этой экосистемы. Таким образом, невозможно выявить рычаги управления ситуацией в экосистеме в целом, особенно при совместном влиянии климатических и антропогенных воздействий [7, 14, 15].

Исходя из вышеизложенного, мы предлагаем, на основании и в развитие бассейнового принципа функционирования водных экосистем, концепцию соединяющих их гидроэкологических коридоров (ГЭКов) и биомаркеров [10, 14].

Гидроэкологический коридор — это территориальный элемент экологической сети, соединяющий водные объекты, которые являются миграционными каналами флоры, фауны, энергии и вещества. Так, основными водными объектами Припятского гидроэкологического коридора являются бассейны правобережных притоков реки Припять — реки Выжевка, Турья, Стоход, Стырь, Случ, Горынь [10, 11, 16].



Использование предложенных нами биомаркеров является нахождением физиологически подтвержденных характеристик «черного ящика» — состояния водной среды обитания рыб (рис. 1, 2).

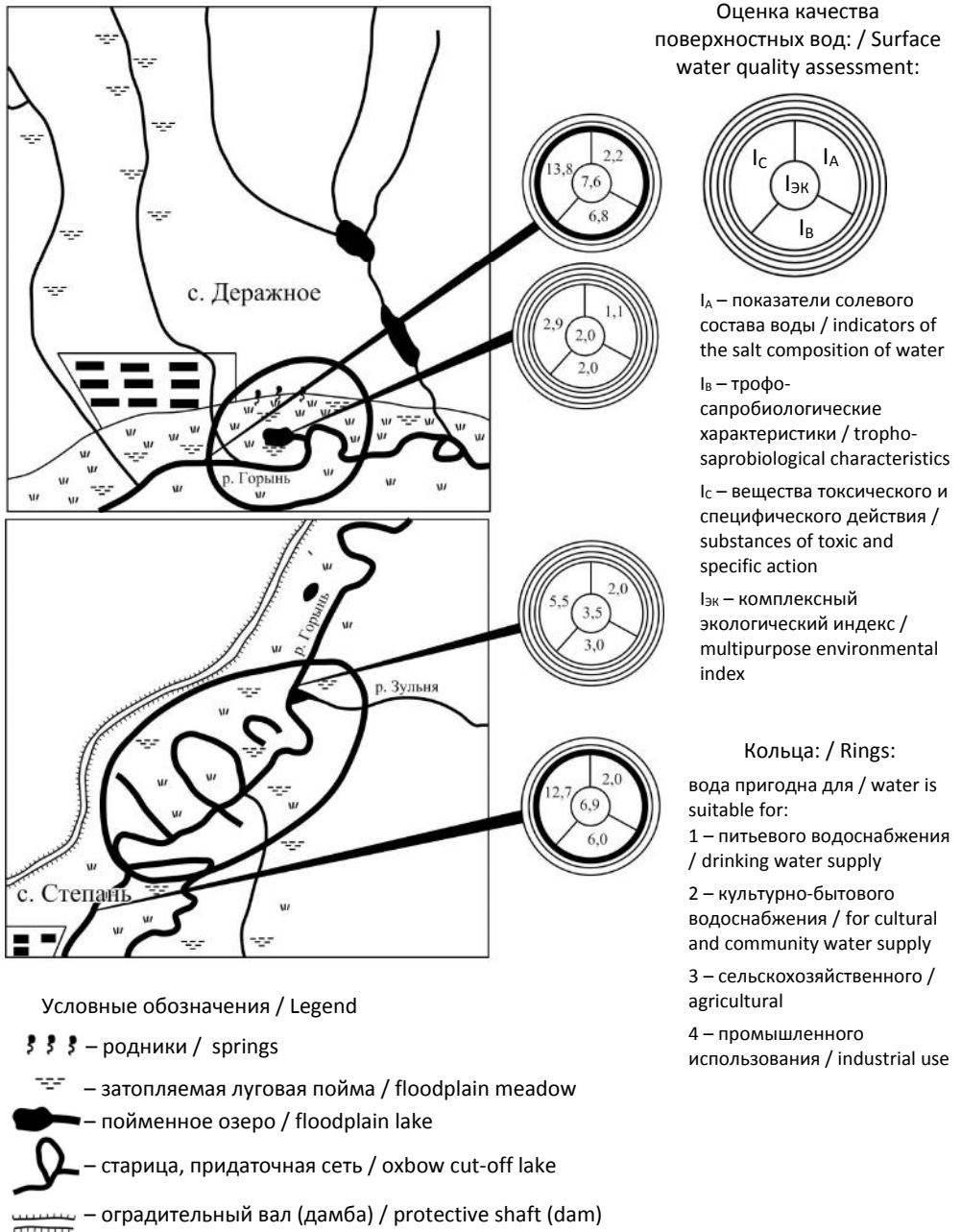


Рис. 1. Локальные пойменно-русловые рыбовосстановительные территории в бассейне р. Горынь [8, 24, 30, 33]

Fig 1. Local floodplain-riverbed fish-restoring territories in the basin of the river Horyn [8, 24, 30, 33]



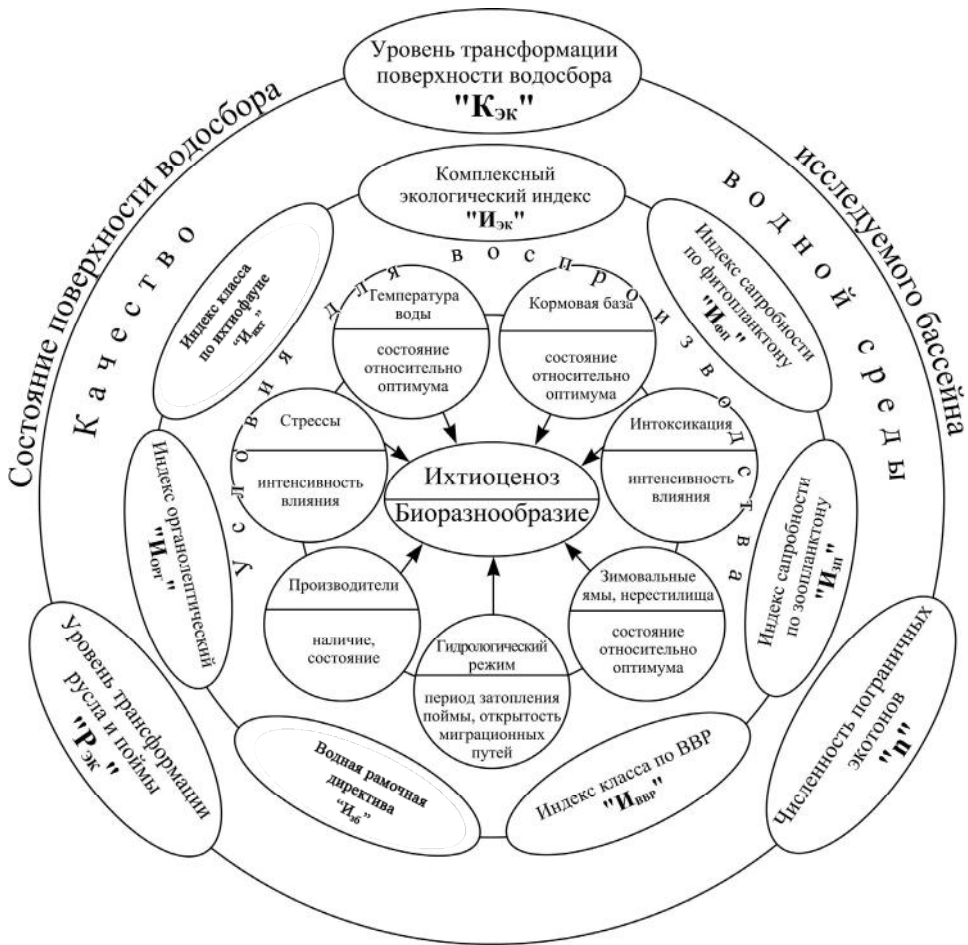


Рис. 2. Оценка качества водной среды, условий воспроизводства и биоразнообразия ихтиоценоза с бассейновых позиций

Fig. 2. Assessment of the aquatic environment quality, conditions of reproduction and biodiversity of ichthyocenosis from a basin position

Целью нашей работы было определение ихтиоэкологических критериев оценки состояния речных бассейнов Припятского ГЭК — разработка их матрицы, а также исследование лимитирующих факторов влияния на функционирование экосистем, что необходимо для нахождения путей реабилитации этого важного природного объекта всеукраинского значения [17–19].

Соответственно, объектом наших исследований выступал Припятский ГЭК (бассейны рек Выжевка, Турья, Стоход, Стырь, Случ, Горынь).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Состояние ихтиофауны (количественное и качественное) Припятского ГЭК исследовали согласно разрешением на специальное использование рыбы и других водных живых ресурсов, выданных Государственным Комитетом рыбного хозяйства Украины № 002, № 007. Перед становлением льда, в ноябре и декабре,



экспедиционным путем с использованием общепринятых методик изучали ихтиоценозы в зимовальных ямах Припятского ГЭК [20–23]. Кроме того, осуществляли опросы рыбаков-любителей. Суммарно было отобрано и камерально обработано 6582 экз. разных видов рыб.

Гидрологический режим Припятского ГЭК изучали, используя ежегодники гидрометеослужбы с 1922 по 2005 гг. Полесского региона, обработку которых осуществляли при помощи созданной нами математической программы в редакторе Delphi [4, 8, 10, 14].

Водную среду рассматривали как «черный ящик» с входящей и исходящей информацией, которую исследовали по 50 показателям, согласно комплексной экологической классификации качества воды, разработанной О. П. Оксьюком, В. Н. Жукинским и др. в Академии наук Украины [24]. Однако, поскольку на состояние экосистемы оказывают влияние и другие факторы в большей (max) или меньшей (min) степени, мы различали 3 группы факторов:

– внешние — гидрологический режим, температуру воздуха, атмосферные осадки, число пограничных экотонов, влияние и состояние поверхности водосбора (поверхностный сток, биомасса органического вещества);

– внутренние — интенсивность водообмена, эвтрофикация, степень зарастания и старения водоемов;

– управления — очистка поверхностного стока, пойменные луга, биоплато, выкашивание и удаление высшей водной растительности, вселение рыб-биомелиораторов.

При входе в водный объект («черный ящик») у рыб регистрировали реакцию жаберного аппарата, кожных покровов, частоты дыхания, характера движения на его влияние. На выходе из него регистрировали результаты хронического воздействия — искривления позвоночника, задержку роста, ухудшение воспроизводства и т.д. Регистрировали длительность фиксации, начало влияния и определяли индексы (рис. 2).

Выявлено, что наиболее целостную картину ихтиофауны Припятского ГЭК даёт возможность создать пространственный биомаркер (рис. 3).

Как продемонстрировано на рисунок 3, пространственный биомаркер представляет собой прямоугольную матрицу, в которой каждая сторона отвечает исследуемому показателю состояния водной среды и поверхности водосбора бассейна реки или озера [8, 24]. Он включает в себя состояние поверхности водосбора, качество водной среды, а также реакцию индикаторов биотеста вместе с продуктивностью и числом промежуточных экотонов (безразмерных показателей состояния бассейна, о которых говорил В. И. Вернадский и которые описывают процесс перехода от гидробиологических к гидроэкологическим характеристикам). Впервые пространственный биомаркер состояния поверхностных вод был предложен нами для оценки условий воспроизводства аборигенной ихтиофауны для рек Стырь и Горынь в Припятском ГЭК [4, 14].



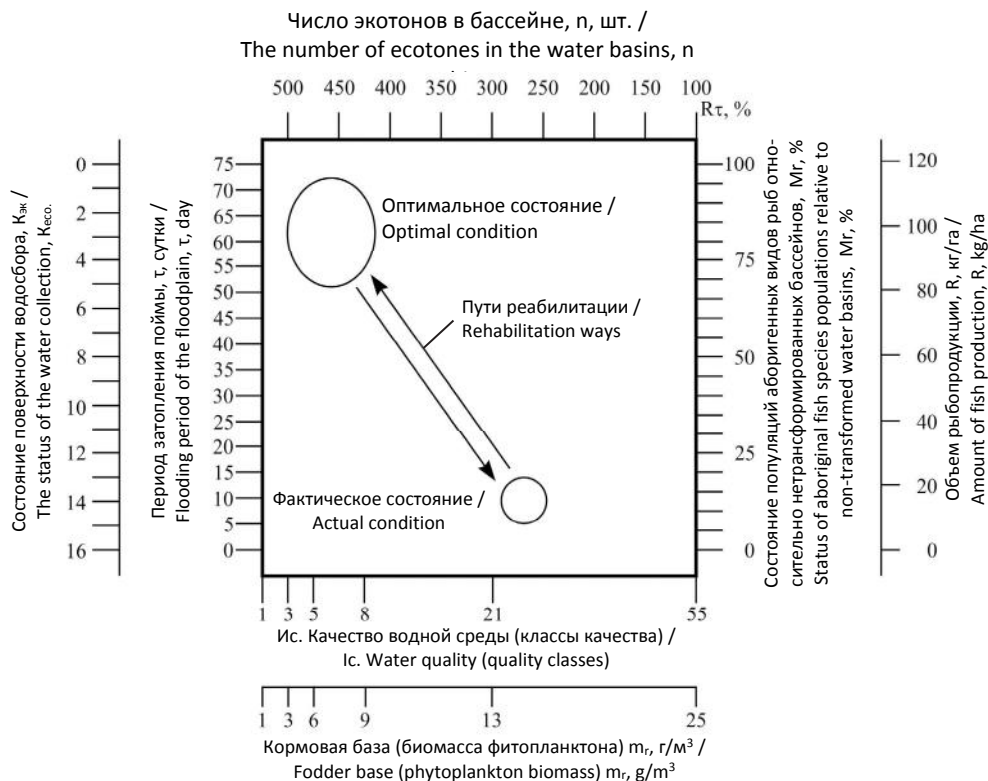


Рис. 3. Пространственный биомаркер оценки ихтиоэкологической ситуации рек Стырь и Горынь в Припятском ГЭК

Fig. 3. Spatial biomarker for assessing the ichthyological situation of the Styr and Goryn rivers in the Pripyat hydro-ecological corridor

Для создания пространственного биомаркера рек Стырь и Горынь в Припятском ГЭК мы исследовали (рис. 2):

- период затопления поймы (сутки, τ);
- число пограничных зон-экотонов (единиц, n) на исследуемом участке русла реки (км);
- состояние поверхности водосбора по экологическому индексу ($K_{эк.}$);
- качество воды по комплексному экологическому индексу ($I_{эк.}$);
- кормовую базу по биомассе зоопланктона (m_r , г/м³);
- состояние популяций аборигенных видов рыб относительно нетрансформированных бассейнов (M_r , %);
- количество рыбопроизводства исследуемого бассейна (R, кг/га).

Учитывая, что исследуемые ($I_{эк.}$) и ($K_{эк.}$) показатели постоянны и классифицированы по 5-ти классам качества, переменными величинами, входящими в состав пространственного биомаркера, являются:



- период затопления поймы (τ);
- численность пограничных экотонов (n) исследуемого участка русла реки (км);
- состояние кормовой базы по биомассе зоопланктона (m_r);
- состояние популяций аборигенных видов рыб относительно нетрансформированных бассейнов (M_R);
- количество рыбопродукции (R).

Введенный нами комплексный индекс состояния экосистемы исследуемого бассейна ($V_{эк.}$) рассчитывали по соотношению его фактических показателей к их оптимальным характеристикам, согласно созданной нами формуле 1:

$$\sum B_{эк.} = \frac{\tau_{факт.}}{\tau_{ионм.}} + \frac{n_{факт.}}{n_{ионм.}} + \frac{m_{рфакт.}}{m_{рионм.}} + \frac{M_{Rфакт.}}{M_{Rионм.}} + \frac{R_{факт.}}{R_{ионм.}} \leq 5.0 \quad (1)$$

Таким образом, если взять отношение фактической величины каждого показателя к оптимуму, то получим по каждому показателю значение 1,0, а значит, суммарно $V_{эк.} \leq 5.0$. Однако, если принять $V_{эк.} \leq 5,0$ как оптимум — I класс качества воды, $V_{эк.} = 4,0$ — удовлетворительное состояние, или IV класс качества воды, $V_{эк.} = 3,0$ за переходную зону — III класс качества воды, $V_{эк.} = 2,0$ — как зону стагнации — II класс качества воды, то деградация экосистемы будет наблюдаться при значении $V_{эк.} < 1,0$. В то же время, полная деградация будет при $V_{эк.} \leq 0,1$, соответствующем V классу качества воды. Подобная ситуация означает значительную трансформацию поверхности водосбора, в котором превышение количества нарушенных территорий по отношению к естественным составляет около 85%, или 7,0–7,5 раз, а количество рыбопродукции не превышает 5–10 кг/га (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная оценка состояния поверхностных вод по разным методикам

Table 1. Comparative assessment of the surface water state by different methods

Индекс / Index	Классы качества, состояние / Quality classes, condition				
	I — очень чистая / very clean	II — чистая / clear	III — загрязнен- ная / polluted	IV — грязная / dirty	V — очень грязная / very dirty
Пространственный, $V_{эк.}$ / Spatial, V_{eco} .	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0
Ихтиологический, $I_{ихт.}$ (%) / Ichthyological, $I_{cht.}$ (%)	100,0	70,0	40,0–60,0	30,0	$\leq 10,0$
Вудивисса (сапробности зообентоса) $I_{зб.}$ / Woodiwissa (saprobity of zoobenthos) $I_{zb.}$.	10,0–9,0	8,0	7,0–5,0	4,0–3,0	2,0–1,0
Пантле и Букка (сапробности по фитопланктону) $I_{фп.}$ / Pantle -Buck (phytoplankton saprobity) $I_{ph.}$.	$\leq 1,0$	1,0–1,5	1,6–3,0	3,1–3,5	$\geq 3,5$



Продолжение табл. 1
Continuation of the table. 1

Индекс / Index	Классы качества, состояние / Quality classes, condition				
	I — очень чистая / very clean	II — чистая / clear	III — загрязнен- ная / polluted	IV — грязная / dirty	V — очень грязная / very dirty
По уровню трофности, $I_{\text{троф.}}$ / According to trophic level, I_{troph}	1,0	2,0	3,0–5,0	6,0	7,0
По синтезу первичного органического вещества, $I_{\text{эк.}}$ / For the synthesis of primary organic substances, $I_{\text{eco.}}$	1,0	3,0	8,0	21,0	55,0

Соответственно, используя пространственный индекс ($B_{\text{эк.}}$) для исследования бассейна реки мы можем унифицировать оценку его состояния по 5 классам качества воды, соответственно 5-классной системе оценки:

- по синтезу первичного органического вещества ($I_{\text{эк.}}$);
- по индексу сапробности по фитопланктону ($I_{\text{фп.}}$);
- по индексу сапробности по зообентосу ($I_{\text{зб.}}$);
- по ихтиологическому индексу ($I_{\text{ихт.}}$);
- по индексу состояния поверхности водосбора ($K_{\text{эк.}}$) исследуемого бассейна.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Хозяйственная деятельность человека коренным образом изменила схему функционирования Припятского ГЭК, который вместе с Шацким поозерьем (природным водно-болотно-суходольным образованием) предстает собой связующее звено между Черноморским и Балтийским водными бассейнами, соединяя их в единую ихтиоэкологическую систему.

Функционирование экосистемы Припятского ГЭК базировалось на дрефте энергетических примесей от правобережных притоков расположенных в Малой Лесостепи (Вольно-Подольская возвышенность), в первую очередь — через реки Стырь и Горынь, с их дальнейшим депонированием на луговой пойме Полесской низменности. Данное депонирование достигалось за счет затопливания Полесской низменности на период до 2-х месяцев и более. Во время этого происходила очистка талых вод, развитие живых кормовых организмов и воспроизводство аборигенной ихтиофауны [5, 13, 14].

Оценивая изменения в экосистеме Припятского ГЭК с помощью пространственного биомаркера, мы отмечаем резкое ухудшение среды обитания и условий воспроизводства рыб (рис. 4).

Так, от эталонных характеристик по качеству воды (до сокращения периода затопления поймы, числа пограничных зон — экотонов) Припятский ГЭК был доведён до кризисных (превращения рек в одамбированный сбросной канал с полной деградацией экосистемы) условий.



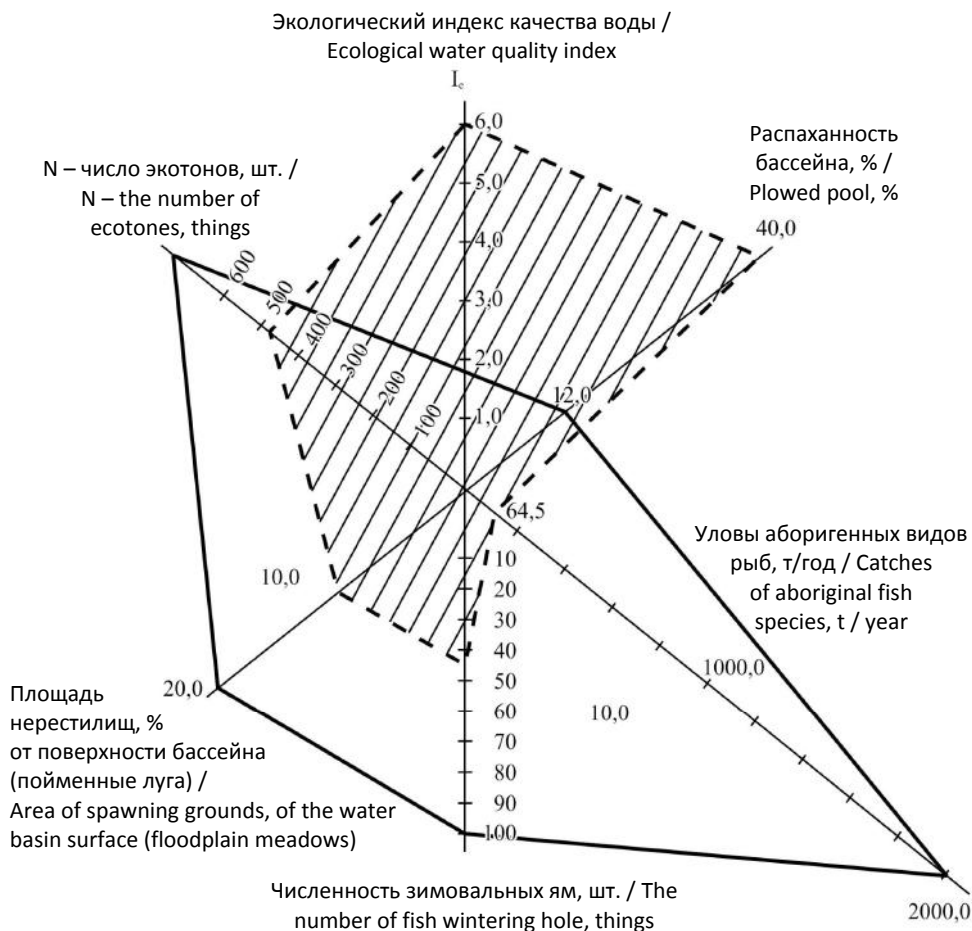


Рис. 4. Динамика антропогенных изменений устьевой области р. Припять за последние 50 лет (заштрихованная часть — современное состояние)

Fig. 4. Dynamics of anthropogenic changes in the estuarine region of the river Pripyat over the past 50 years (the shaded part is the current state)

На рисунку 4 представлена формализованная схема функционирования Припятского ГЭК, из которой следует, что его освоение было крайне нерациональным. Так, распаханность территорий бассейна возросла с 12,0 до 40,0%, в то время как площадь пойменных нерестовых территорий, из-за освоения бассейнов малых рек, снизилась с 20,0 до 7,8%. Соответственно, уменьшилось число зимовальных ям с 80 до 30 единиц. При этом ухудшилось их состояние — произошло заиливание, а низкое качество воды в период зимней межени приводило к гибели маточного поголовья рыб.

В целом, общая численность учтенных пограничных зон — экотонов — снизилась на 40,0%. Следствием этих процессов стало уменьшение на порядок ихтиомассы уловов, а также трансформация видового состава аборигенной ихтиофауны региона.



Сравнительный анализ состояния ихтиоценоза речных экосистем Стырь-Горынского рыбновосстановительного комплекса относительно не трансформированных бассейнов показал, что полноценные для воспроизводства популяции, сформированность которых составляет 75–100%, характерны для 13 видов рыб (I–II класс). Из них 8 видов рыб являются промыслово-ценными — щука (*Esox lucius*), плотва (*Rutilus rutilus*), линь (*Tinca tinca*), густера (*Blicca bjoerkna*), лещ (*Abramis brama*), карась (*Carassius auratus gibelio*), окунь (*Perca fluviatilis*), красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*). В то же время, 7 видов в обловах отсутствовали — минога украинская (*Lampetra mariae*), быстрянка (*Alburnoides bipunctatus*), чехоня (*Pelecus cultratus*), елец (*Leuciscus leuciscus*), голянь (*Phoxinus phoxinus*), усатый голец (*Nemacheilus barbatulus*), бычок-ленточник (*Gobius taenia*) (табл. 2).

Таблица 2. Уровень сформированности популяций аборигенных рыб в реках Стырь, Горынь, Случ относительно не трансформированных бассейнов

Table 2. The level of aboriginal fish populations formation in the rivers Styr, Goryn, and Sluch relatively non-transformed basins

Вид рыб / Fish species	Станции / Stations		Сформированность популяций рыб* / Well-formed populations of fish*
	среднее течение / midstream	устье / creek	
<i>Salmo trutta morpha lacustris</i>	–	–	<30%
<i>Rutilus rutilus</i>	+	+	100%
<i>Leuciscus cephalus</i>	–	+	<50%
<i>Leuciscus idus</i>	–	+	<50%
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+	+	75%
<i>Aspius aspius</i>	–	+	<50%
<i>Leucaspicus delineatus</i>	+	+	75%
<i>Tinca tinca</i>	+	+	75%
<i>Chondrostoma nasus</i>	–	+	<30%
<i>Gobio gobio</i>	+	+	100%
<i>Barbus borysthenicus</i>	–	+	<30%
<i>Alburnus alburnus</i>	+	+	100%
<i>Blicca bjoerkna</i>	+	+	100%
<i>Abramis brama</i>	+	+	100%
<i>Abramis sapa</i>	–	+	<50%
<i>Vimba vimba</i>	–	+	<30%
<i>Rhodeus sericeus</i>	+	+	75%
<i>Carassius carassius</i>	–	+	<30%
<i>C. auratus gibelio</i>	+	+	75%
<i>Cyprinus carpio</i>	–	+	<30%
<i>Misgurnus fossilis</i>	+	+	<50%



Вид рыб / Fish species	Станции / Stations		Сформированность популяций рыб* / Well-formed populations of fish*
	среднее течение / midstream	устье / creek	
<i>Silurus glanis</i>	–	+	<50%
<i>Esox lucius</i>	+	+	100%
<i>Lota lota</i>	+	+	<30%
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	+	+	≥50%
<i>Stizostedion lucioperca</i>	–	+	<30%
<i>Perca fluviatilis</i>	+	+	100%
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	+	+	75%
<i>Neogobius fluviatilis</i>	–	+	<50%
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	–	+	<30%
<i>Aristichthys nobilis</i>	–	+	<30%
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	–	+	<30%
<i>Anguilla anguilla</i>	–	+	<30%
<i>Ameiurus nebulosus</i>	–	+	<30%
<i>Perccottus glenii</i>	+	+	75%

Примечание. * Авторские исследования 2007 и 2008 гг. сравнительно с данными К. Ф. Кесслера, И. Н. Фалеева (начало XX в.), В. С. Пенязя (1957 г.).

Note.* Author's research of 2007 and 2008 in comparison with the data of K. F. Kessler, I. N. Faleeva (of the beginning of the XX century), V. S. Penyaz (1957).

Изредка встречались одиночные экземпляры 6 видов-вселенцев: белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), пестрого толстолобика (*Aristichthys nobilis*), белого амура (*Ctenopharyngodon idella*), угря европейского (*Anguilla anguilla*), коричневого сомика (*Ameiurus nebulosus*), ротана-головешки (*Perccottus glenii*). Такими же редкими были 16 видов промышленно ценных видов рыб — в устьях рек, например, — марена днепровская (*Barbus boristhenicus*) из Красной книги Украины.

Обращает на себя внимание тот факт, что у 7-ми видов аборигенных рыб, ценных для промышленного рыбоводства, уровень сформированности популяций по сравнению с нетрансформированными речными бассейнами составляет менее 30% (V класс). Это мешает их успешному воспроизводству, формированию устойчивых популяций, промысловых стад, и, соответственно, — сдерживает восстановление потенциала речной сети региона по промысловой ихтиофауне. Не случайно эти виды — озерная форель (*Salmo trutta morpha lacustris*), подуст (*Chondrostoma nasus*), марена днепровская (*Barbus borysthenicus*), рыбец (*Vimba vimba*), карась (*Carassius carassius*), налим (*Lota lota*), судак (*Stizostedion lucioperca*) — встречаются как одиночные экземпляры только в устьях рек Стырь, Горынь, Случ.



Локальные улучшения существуют и будут иметь место в створах русла рек-озёр Нобель и Любязь, а также устьевых участках рек Стырь и Горынь. Однако, элементы деградации наблюдаются и в них — эвтрофикация и «цветение» воды, формирование заморных зон, нехватка нерестилищ. В то же время, проводится работа по выращиванию интродуцированных видов рыб, в частности — белого амура, на отдельных изолированных сегментах реки Стоход.

Таким образом, реабилитация Припятского ГЭК с позиций гидроэкологии остро необходима, а базовая схема её проведения предполагает следующее:

1. Мониторинг водной среды — гидрохимический, гидробиологический, токсикологический, гидрологический, ландшафтный, гидрографический, социальный;

2. Индикацию и комплексную оценку состояния бассейна реки — качество воды, состояние поверхности водосбора, русла и поймы, определение лимитирующих факторов влияния;

3. Экологическое картографирование и факторный анализ, статистическую обработку данных мониторинга и определение путей реабилитации;

4. Принятие компенсационных решений, экологическую экспертизу и гидроэкологическое сопровождение:

а) техническое (расчистка русел, зимовальных ям, нерестилищ; третичная доочистка хозяйственно-бытовых сточных вод и получение живого корма для ихтиофауны; установление русловых биофильтров на волокнистой насадке в особо нарушенных участках рек; обеспечение экологически обоснованных расходов воды в особо нарушенных створах);

б) биологическое (устройство биоплато, ветлендов; интродукция рыб-биомелиораторов; инокуляция хлореллы на отдельных участках рек с явлениями стагнации; устройство фантомных озёр, пойменных рыбовосстановительных комплексов у стареющих водных объектов; усовершенствование биологической очистки сточных вод и их вторичное использование);

в) пространственное (опреобразование структуры ландшафтов до оптимальных пределов; восстановление триады воспроизводства ихтиофауны; открытость миграционных путей, оптимум нерестилищ и зимовальных ям, качество воды и кормовая база; реабилитация и охрана «природных локалитетов» в системе «русло–пойма»; создание заповедников — до 30% — в сохраненных бассейнах малых рек);

г) социальное (формирование общественного мнения; оздоровление, рекреация, регулирование демографической нагрузки; государственное регулирование природопользования, создание эталонных заповедных бассейнов; формирование региональной и глобальной сети охраняемых объектов).

Использование предложенного пространственного биомаркера для реабилитации ихтиофауны Припятского ГЭК подразумевает: пространственную оптимизацию подсистем бассейна до оптимальных характеристик, восстановление числа пограничных зон — экотон — и повышение качества воды (рис. 5).



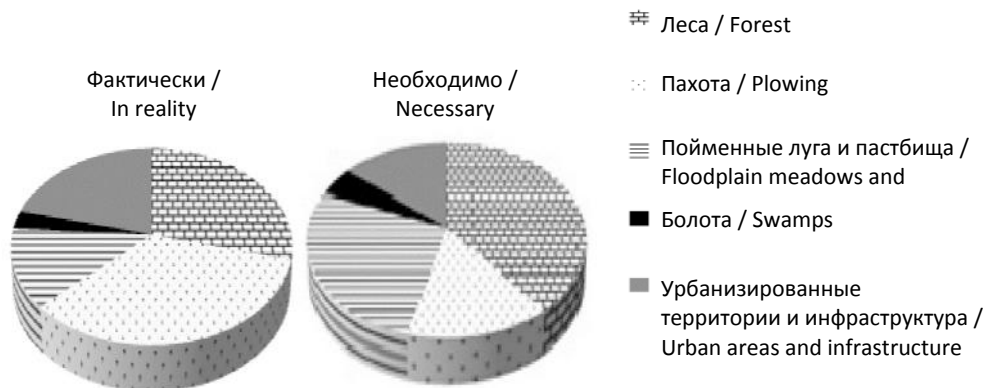


Рис. 5. Оптимизация структуры ландшафта бассейна Припятского ГЭК, как элемента управления состоянием мегаэкосистемы

Fig. 5. Optimization of the landscape structure of the basin of the Pripyat Hydroecological corridor as an element of controlling the state of the megaecosystem

Основными направлениями реабилитации ихтиофауны Припятского ГЭК в Западном Полесье являются следующие:

- увеличение площади лесов;
- сокращение площади под отвалами, карьерами и другими деградированными землями;
- реабилитация болот на месте деградированных торфяников, возрождение малых рек, миграционных путей для аборигенной ихтиофауны, локальных рыбовосстановительных участков;
- увеличение площади пойменных лугов;
- сокращение площади пахотных земель.

В целом, бассейновый подход при изучении состояния водных экосистем, в частности — Припятского ГЭК, обеспечивает возможность управления состоянием поверхностных вод с позиций реабилитационной гидроэкологии.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Гидроэкология как биологическая наука, которая базируется на достижениях гидробиологии, обеспечивает общество знаниями для менее болезненного перехода водных экосистем в преобразованную хозяйственной деятельностью человека ноосферу, определив при этом пути реабилитации нарушенных экосистем и предложив средства для управления их состоянием.

Задачи гидроэкологии для реабилитации ихтиофауны Припятского ГЭК, пострадавшей от антропогенной трансформации бассейнов его рек, представлены двумя аспектами: исправление ошибок, допущенных при развитии народного хозяйства в сфере использования и охраны поверхностных вод, а также реабилитация нарушенных речных и озерных экосистем.

Для мониторинга состояния водных экосистем целесообразно использование пространственного биомаркера, включающего характеристики качества воды и биоразнообразия ихтиоценозов, состояние поверхности водосбора и наличие пограничных зон-эктонов, т. е. показателей оценки участков биотопов, что и



было продемонстрировано на примере рек Стыр и Горынь.

В первую очередь, для реабилитации ихтиофауны Припятского ГЭК необходимо упорядочить структуру пойменных лугов и прибрежных защитных полос. С этой целью имеет смысл высаживать леса на непродуктивных и деградированных землях.

На современном этапе развития экономики Украины необходим переход от истощающего ресурсно-олигархического направления природопользования до реабилитационного, с государственным контролем наиболее важных природных ресурсов, в частности — водоемов и водных живых биоресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войтишина Д. Й. Регіональні еколого-економічні особливості природокористування на території Західного Полісся // Природно-ресурсний комплекс Західного Полісся: історія, стан, перспективи розвитку. Березне, 2008. С. 22—23.
2. Відновна іхтіоекологія (реабілітація аборигенної іхтіофауни природних водойм України) / ред. Й. В. Гриб, В. В. Сондак. Рівне : Волинські береги, 2007. 630 с.
3. Харченко Т. А., Ляшенко А. В., Жукинський В. Н. Экоиндексация и оценка состояния водных экосистем по характеристикам биоразнообразия и качества среды обитания гидробионтов // Гидробиологический журнал. 2009. Т. 45, № 1. С. 3—18.
4. Сондак В. В. Іхтіофауна природних водойм Стир-Горинського рибовідтворювального комплексу (стан та умови відтворення) : автореф. дис. на здобуття наук ступеня докт. біол. наук. Київ, 2010. 44 с.
5. Сондак В. В., Волкошовець О. В. Екологічні та іхтіологічні закономірності відродження аборигенної іхтіофауни у трансформованій річковій мережі Західного Полісся України // II Всеукр. з'їзд екологів з міжнародною участю : збірник наукових праць. 2009. С. 116—119.
6. Directive 2000/60 EC of the European Parliament and of the Commit of 23 October 2000 establishing a frame work for Community action in the field of water policy // Official journal of the European Communities. 22.12.2000. № 327. 72 p.
7. Романенко В. Д. Актуальні гідроекологічні проблеми в контексті європейської водної політики // Наукові записки НТПУ ім. В. Гнатюка. 2005. № 3(26). С. 378—382. (Серія : Біологія).
8. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем. Рівне : Волинські береги, 1999. 346 с.
9. Сондак В. В. Особливості формування стресових ситуацій та ризику виживання аборигенної іхтіофауни у поверхневих водах України // Доповіді НАН України. 2008. № 7. С. 191—199.
10. Романенко В. Д., Гриб И. В., Гродзинский М. Д. Концептуальные подходы при формировании гидроэкологических коридоров // Гидробиологический журнал. 2003. Т. 39, № 5. С. 3—20.
11. Гриб И. В. Анализ заморных явлений в малых реках Западного Полесья Украинской ССР // Гидробиологический журнал. 1972. Т. 11, № 2. С. 42—48.
12. Гриб Й. В., Сондак В. В., Волкошовець О. В. До питання токсичності стічних і природних вод // Вісник НУВГП. 2006. № 4(36). С. 294—304.
13. Оцінка локальних загроз і критеріїв збереження біорізноманіття водних



- екосистем / Гриб Й. В. та ін. // Водне господарство України. 2007. № 2. С. 25—31.
14. Сондак В. В. Відновна іхтіоекологія природних водойм Західного Полісся України. Рівне : Волинські обереги, 2008. 380 с.
 15. Романенко В. Д. Учение В. И. Вернадского о природных водах и его роль в развитии современной гидроэкологии // Гидробиологический журнал. 2003. Т. 39, № 3. С. 3—10.
 16. Романенко В. Д. Основи гідроекології. Київ : Обереги, 2001. 728 с.
 17. Протасов А. А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология. Киев, 2002. 105 с.
 18. Протасов А. А. О концепции емкости среды и экологической емкости // Гидробиологический журнал. 1994. Т. 30, № 4. С. 3—13.
 19. Реймерс Н. Ф. Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология. Москва : Россия молодая, 1992. 367 с.
 20. Силаева А. А., Протасов А. А. Биоиндикация качества среды по составу и структуре биотических сообществ // Биоиндикация в экомониторинге пресноводных систем. Санкт-Петербург, 2007. С. 294—298.
 21. Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. Бентос, перифитон и зоопланктон / Окснюк О. П. и др. // Гидробиологический журнал. 1994. Т. 30, № 4. С. 31—35.
 22. Окснюк О. П., Давыдов О. А., Карпезо Ю. И. Оценка экологического состояния водных объектов по фитопланктону и фитобентосу (на примере украинского участка Дуная) // Гидробиологический журнал. 2009. Т. 45, № 2. С. 3—13.
 23. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Окснюк О. П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ : Символ, 1998. 28 с.
 24. Романенко В. Д. Методика гідроекологічних досліджень. Київ : Обереги, 2008. 201 с.
 25. Афанасьев С. А. Развитие европейских подходов к биологической оценке состояния гидроекосистем в мониторинге рек Украины // Гидробиологический журнал. 2001. Т. 37, № 5. С. 3—18.

REFERENCES

1. Voityshyna, D. Y. (2008). Rehionalni ekoloho-ekonomichni osoblyvosti pryrodokorystuvannya na terytorii Zakhidnoho Polissia. *Pryrodno-resursnyi kompleks Zakhidnoho Polissia: istoriia, stan, perspektyvy rozvytku*. Berezne, 22-23.
2. Hryb, Y. V., & Sondak, V. V. (Eds.) (2007). *Vidnovna ikhtioekolohiia (reabilitatsiia aboryhennoi ikhtiofauny pryrodnykh vodoim Ukrainy)*. Rivne: Volynski oberehy.
3. Kharchenko, T. A., Lyashenko, A. V., & Zhukinskiy, V. N. (2009). Ekoindeksatsiya i otsenka sostoyaniya vodnykh ekosistem po kharakteristikam bioraznoobrazziya i kachestva srody obitaniya gidrobiontov. *Gidrobiologicheskyy zhurnal*, 45, 3-18.
4. Sondak, V. V. (2010). Ikhtiofauna pryrodnykh vodoim Styr-Horynskoho rybovidtvoriuvalnogo kompleksu (stan ta umovy vidtvorennia). Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv.
5. Sondak, V. V., & Volkshovets, O. V. (2009). Ekolohichni ta ikhtiolohichni zakonomirnosti vidrodzhennia aboryhennoi ikhtiofauny u transformovanii richkovii merezhi Zakhidnoho Polissia Ukrainy. Zbirnyk naukovykh prats II Vseukrainskoho



- zizdu ekologiv z mizhnarodnoiu uchastiu, 116-119.
6. Directive 2000/60 EC of the European Parliament and of the Commit of 23 October 2000 establishing a frame work for Community action in the field of water policy. (2000). Official journal of the European Communities, 327, 72.
 7. Romanenko, V. D. (2005). Aktualni hidroekologichni problemy v konteksti yevropeiskoi vodnoi polityky. Naukovi zapysky NTPU im. V. Hnatiuka. Serii: Biologhiia, 3(26), 378-382.
 8. Hryb, Y. V., Klymenko, M. O., & Sondak, V. V. (1999). Vidnovna hidroekologhiia porushenykh richkovykh ta ozernykh system. Rivne: Volynski oberehy.
 9. Sondak, V. V. (2008). Osoblyvosti formuvannia stresovykh sytuatsii ta ryzyky vyzhyvannia aboryhennoi ikhtiofauny u poverkhnevyykh vodakh Ukrainy. Dopovidi NAN Ukrainy, 7, 191-199.
 10. Romanenko, V. D., Grib, I. V., & Grodzinskiy, M. D. (2003). Kontseptual'nye podkhody pri formirovanii gidroekologicheskikh koridorov. Hidrobiologicheskii zhurnal, 39(5), 3-20.
 11. Grib, I. V. (1972). Analiz zamornykh yavleniy v malikh rekakh Zapadnogo Poles'ya Ukrainskoy SSR. Hidrobiologicheskii zhurnal, 11, 42-48.
 12. Hryb, Y. V., Sondak, V. V., & Volkoshovets, O. V. (2006). Do pytannia toksychnosti stichnykh i pryrodnykh vod. Visnyk NUVHP, 4(36), 294-304.
 13. Hryb, Y. V., Kunchyk, T. N., & Sondak, V. V., et al. (2007). Otsinka lokalnykh zahroz i kryteriiv zberezhenntia bioriznomanittia vodnykh ekosystem. Vodne hospodarstvo Ukrainy, 2, 25-31.
 14. Sondak, V. V. (2008). Vidnovna ikhtioekologhiia pryrodnykh vodoim Zakhidnoho Polissia Ukrainy. Rivne: Volynski oberehy.
 15. Romanenko, V. D. (2003). Uchenie V. I. Vernadskogo o prirodnykh vodakh i ego rol' v razvitiii sovremennoy gidroekologii. Hidrobiologicheskii zhurnal, 39, 3-10.
 16. Romanenko, V. D. (2001). Osnovy hidroekologhi. Kyiv: Oberehy.
 17. Protasov, A. A. (2002). *Bioraznoobrazie i ego otsenka. Kontseptual'naya diversikologiya*. Kiev.
 18. Protasov, A. A. (1994). O kontseptsii emkosti sredi i ekologicheskoy emkosti. *Hidrobiologicheskii zhurnal*, 30(4), 3-13.
 19. Reymers, N. F. (1992). *Nadezhdy na vyzhivanie chelovechestva. Kontseptual'naya ekologiya*. Moskva: Rossiya molodaya.
 20. Silaeva, A. A., & Protasov, A. A. (2007). Bioindikatsiya kachestva sredi po sostavu i strukture bioticheskikh soobshchestv. Bioindikatsiya v ekonomitoringe presnovodnykh sistem.
 21. Oksiyuk, O. P., et al. (1994). Otsenka sostoyaniya vodnykh ob"ektov Ukrainy po gidrobiologicheskim pokazatelyam. Bentos, perifitoni zooplankton. *Hidrobiologicheskii zhurnal*, 30(4), 31-35.
 22. Oksiyuk, O. P., Davydov, O. A., & Karpezo, Yu. I. (2009). Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ob"ektov po fitoplanktonu i fitobentosu (na primere ukrainskogo uchastka Dunaya). *Hidrobiologicheskii zhurnal*, 45(2), 3-13.
 23. Romanenko, V. D., Zhukynskiy, V. M., & Oksiyuk, O. P. (1998). *Metodyka ekologichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymiy katehoriiamy*. Kyiv: Symvol.
 24. Romanenko, V. D. (2008). *Metodyka hidroekologichnykh doslidzhen*. Kyiv: Oberehy.
 25. Afanas'ev, S. A. (2001). *Razvitie evropeyskikh podkhodov k biologicheskoy otsenke sostoyaniya gidroekosistem v monitoringe rek Ukrainy*. *Hidrobiologicheskii zhurnal*, 37, 3-18.

