

Гриб Й. В., д.б.н., професор, Троцюк В. С., к.с.-г.н., доцент,  
Войтишина Д. Й., здобувач, Шерінга І. О., студентка (Національний  
університет водного господарства та природокористування, м. Рівне,  
y.v.hryb@nuwm.edu.ua, v.s.trotsyuk@nuwm.edu.ua)

## ФУНКЦІЯ ПРОМІЖНИХ ЕКОТОНІВ (БІОМІВ) РІЧКОВОЇ МЕРЕЖІ У ФОРМУВАННІ ЯКОСТІ ВОДИ І ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ АБОРИГЕННОЇ ІХТІОФАУНИ

Водна біокосна екосистема залежить від стану підсистем поверхні водозбору, складу екотонів водного середовища, є результатом поєднання живої і косної речовини. Біом, як елементарна первісна одиниця водної екосистеми, формує склад флори і фауни річково-озерної мережі, сприяє процесам самоочищення водного середовища, формує «плівку життя» (за В. І. Вернадським). В цілому мегаекосистема водного об'єкта – це територіально-просторове біологічне формування сукупності водних і суходільних ценозів басейну, що створює і продукує видове різноманіття флори і фауни. При проведенні моніторингу річкової мережі основна увага приділяється характеристиці русла як гідроекологічного коридору відведення стічних, поверхневих і підземних вод та шляхів міграції аборигенної іхтіофауни. Водночас на бокові екотони як додаткові локалітети формування біомів водного середовища практично не зверталось уваги. Біом можна характеризувати як первинну продукційну ланку живої речовини водного середовища, обмежену фізико-географічними та ландшафтними умовами формування проміжних зон між водним середовищем і суходолом, що формують і зберігають видове різноманіття флори і фауни, є банком збереження рідкісних видів живої природи, синтезує кисень і знижує вміст CO<sub>2</sub> в атмосферному повітрі, а разом з суходільними біогеоценозами формують кліматичні умови, інтенсивність атмосферних опадів, живлять водне середовище. За В. І. Вернадським біоми є природними локалітетами згущення органічної речовини і є елементарними комірками водних екосистем.

*Ключові слова:* екотон; біом; гідроекологічний коридор; іхтіофауна; екосистема.

**Вступ.** Функціонування річкових екосистем характеризується постійним стоком у руслах річок, який сформований підземними та ґрунтовими водами, поверхневим стоком з поверхні водозбору від атмосферних опадів та стічними і зливовими водами від урбанізованих територій. Внаслідок впливу стресових ситуацій природного і антропогенного походження русла річок є зоною ризику для аборигенної іхтіофауни. Водночас, розглядаючи екосистему річки як генералізовану річкову водну екосистему, що складається із русла та додаткової мережі, ми повинні враховувати вплив біотичної складової у формуванні іхтіоценозу та якості води, тобто ми повинні визнати функціонування додаткової мережі (приток першого і другого порядку, стариць, заплавних озер, луків та боліт) як дрібніших екосистем, як біомів, що характеризують поперечне січення (заплавне) басейну у чотиривимірній системі оцінювання річкової екосистеми. Розглядаючи концепцію, що річка живе заплавою, за чисельністю проміжних екотонів (біомів) можна визначити продуктивність водної екосистеми.

**Постановка проблеми.** Річки та озера планети Земля займають майже 3% території суходолу. Русла річок є гідроекологічними коридорами, або коридорами відведення поверхневого стоку, шляхами міграції аборигенної іхтіофауни. Бокові екотони є місцями локалізації і розвитку живої речовини, насамперед живого корму для риб, видового різноманіття та розвитку аборигенної іхтіофауни. Саме заплава річки з її озерами, старицями і староріччями, притоками першого і другого порядку, які формують життя водного середовища, є місцями відтворення. Для оперативного прийняття заходів з оптимізації стану водних мегаекосистем була проведена класифікація біомів (табл. 1).

Регіональні біоми (за особливостями формування поверхні водозбору) – це русла річок Полісся, Лісостепу та Степу, характеризуються різними величинами питомої ваги підсистем [1]. Антропогенна трансформація значно змінила структуру басейнів і далека від оптимальної. Якість водного середовища формується залежно від питомої ваги домішок, що скидаються від урбанізованих територій та агроекосистем, а також стану трансформації підсистем, тобто якість води ( $I_e$ ) можна описати залежностями:

- за концентрацією домішок і витратами води ( $C_iQ$ );
- за станом підсистем поверхні водозбору ( $K_e$ );

- за переробною здатністю русла річки ( $L_1-L_0$ )  $K\tau$ .  
де  $C_i$  – провідні характеристики чинників впливу на якість води;  $Q$  – витрати води,  $m^3/c$ ;  $K_e$  – коефіцієнт антропогенної трансформації поверхні водозбору;  $L_0, L_1$  – вихідні (реперні та фактичні) величини БСК<sub>5</sub>;  $K$  – інтенсивність самоочищення;  $\tau$  – тривалість процесу самоочищення або терміну добігання води від джерела забруднення до гирла за гідроекологічними коридорами.

Таблиця 1

Класифікація біомів річкових басейнів

№ з/п	Види біомів	Характер впливу	Особливості прояву
1	Регіональні басейнові	Гідрологічний режим	Фізико-географічні умови формування ландшафтів
2	Біоми руслові (зимувальні ями, стариці, староріччя)	Локалізація видів аборигенної іхтіофауни	Формується стійкість складу річкової екосистеми
3	Біоми прибережних заплав	Умови збереження і відтворення популяції аборигенної іхтіофауни	Формується стійкість екосистеми
4	Біоми озерних систем	Формування локальних іхтіоекосистем	Формування ізольованих екосистем
5	Біоми очисних споруд урботериторій	Зниження впливу антропогенних домішок	Знижує вміст антропогенних домішок та дрифт біогенів за гідроекологічним коридором
6	Біоми руслових водосховищ	Формування локальних іхтіоекосистем	Динаміка складу популяцій, формування панівних видів

продовження табл. 1

7	Гідроекологічні коридори середовища	Канали міграції аборигенної іхтіофауни, пропуск стоку поверхневих і підземних вод	З'єднуюча ланка екосистем басейну та шляхів міграції риб
8	Локальні рибовідтворювальні ділянки	Сумарний вплив проміжних екотонів в створі спостережень	Збереження природних умов відтворення і життєдіяльності іхтіофауни
9	Біоми приток першого порядку	Природний стік	Оздоровлення річкової мережі

На локальні біоми діють:

а) антропогенні чинники впливу (розорювання, урбанізація, стічні води);

б) природні чинники (залісненість, залугованість, заболоченість, їх питома вага);

в) компенсаційні чинники (скидання очищених стічних і зливових вод.

**Вивченість проблеми.** На початку ХХІ ст. вийшла карта «Україна. Стан природного середовища та його стійкість до технічного навантаження» авторів д.геогр.н. В. А. Барановського та д.геогр.н. П. Г. Шишченко, де серед показників використано потенціал стійкості поверхневих вод. За вихідними даними використано співвідношення кольоровості води ( $r$ ), коефіцієнту витрат води ( $Q$ ) та кількість днів протягом вегетаційного періоду з температурою води вище  $16^{\circ}\text{C}$  ( $a/365$ ). Щодо перших двох характеристик необхідно зробити деякі зауваження:

1. Кольоровість води залежить від впливу заболочених територій та мінералізації торфів (Полісся), розкладу вищої водної рослинності та питомої ваги стічних вод у русловому потоці [2].

2. Витрати води зарегульованих малих річок залежать від інтенсивності розорювання території, випаровування та транспірації вологи вищою водною рослинністю, забору води для зрошення, інфільтрації та впливу осушення прилеглих територій [1].

Нами в цей же період була опрацьована концепція визначення стану водного середовища залежно від впливу трьох складових: мінералізації води, трофо-сапробіологічних характеристик та токсичності домішок [4]. В той же період вийшла наша монографія з визначення впливу господарської діяльності на якість водного середовища за течією нижче урбанізованих територій, формуючи «гарячі точки» забруднень. За якістю води на сьогодні ні одна річкова мережа не може бути прийнятною для питного водопостачання.

Нами опрацьована формула для визначення стійкості екосистеми річкового русла за співвідношенням чисельності екстремальних ситуацій в створі спостережень до чисельності межових екотонів або переробною здатністю русла:

$$ST = [C_i Q (L_1 - L_0) k t] / n , \quad (1)$$

де  $C_i$  – маса сторонніх домішок,  $г/м^3$ ;  $L_1, L_0$  – БСК<sub>5</sub> від джерела забруднення і в кінцевому створі,  $мг/дм^3 \cdot 10^6$ ;  $k$  – коефіцієнт самоочищення води у період літньої межени;  $Q$  – витрати води у створі спостережень в той же період,  $м^3/с$ ;  $t$  – тривалість вегетаційного періоду, діб;  $n$  – чисельність екотонів у руслі річки.

Залежність індексу  $I_e$  від стану трансформації підсистем поверхні водозбору описується різними величинами  $K_e$ , що формуються різними співвідношеннями розораності та природних чинників (залісненості, залугованості, заболоченості басейнів та компенсаційними заходами). Коефіцієнти парної кореляції  $I_e$  та  $K_e$  склали для Полісся  $r = 0,744$ , Лісостепу  $r = 0,784$  та Степу  $r = 0,722$ .

Стає зрозумілим, що на сьогодні необхідна переорієнтація в методах оцінки стану екологічної ситуації у водних басейнах, коли вилучення однієї із складових системи веде до формування кризової ситуації у цілому руслі річки (табл. 2).

Розробка ключа у паспортизації біомів, розташованих у поперечному січенні басейну, дає можливість об'єктивної оцінки стану розвитку екосистеми. Чим більша чисельність межових екотонів, тим більша стійкість екосистеми (за коефіцієнтом трансформації басейну) (табл. 2).

Найбільш стійкими, у порівнянні з досліджуваними руслами річок, були басейни річок Десна і Горинь ( $K_{тр} = 1,19 - 1,50$ ), найбільш

вразливими були басейн річки Льва, заплавних озер Скоринь, Лучне, Тучне, Тухове, Верхнє і Нижнє ( $K_{тр} = 4,0 - 14,0$ ).

Залежно від чисельності проміжних екотонів у руслах річок, формується видове різноманіття аборигенної іхтіофауни. У гирлах правобережних приток річки Прип'ять (річок Горинь і Стир) формуються повноцінні популяції промислових видів риб, в тому числі реофілів: білизни, в'язя, головня, морени, щуки і судака при інтенсивному розвитку смітної риби, як корму для вищої ланки трофічного ланцюга.

У зарегульованих руслових водосховищах, внаслідок деградації середовища проживання, вилучаються популяції всіх видів риб-реофілів при залишку смітної риби (табл. 3).

В нетрансформованій річковій екосистемі концентрація домішок залежить від витрат води, тобто:

$$C_i = M_i/Q + b_i, \quad (2)$$

де  $C_i$  – концентрація домішок, мг/дм<sup>3</sup>;  $M_i$  – маса домішок в створі спостережень, мг;  $Q$  – витрати води, м<sup>3</sup>/с;  $b_i$  – концентрація домішок в природному фоні (може бути прийнята за реперними характеристиками в період межені), мг/дм<sup>3</sup>.

Прибережна смуга водоохоронної зони виступає як елемент захисту від твердого стоку. Лучна заплава, як елемент життя річкового русла, відіграє важливу роль у збереженні і відтворенні аборигенної іхтіофауни через: а) депонування мулів, винесених з основного русла під час повені; б) очищення води під час нерестового періоду; в) формування умов нересту; г) формування нерестового субстрату з минулорічних лучних трав; д) захисту русла від поверхневого стоку зависів з поверхні водозбору. Тобто існує концепція «річка живе заплавою».

Згідно з затвердженим положенням щодо збереження придаткової мережі, кожен водотік повинен мати узаконену прибережну смугу, ширина якої залежить від довжини русла. Розрахункова ширина прибережної смуги розраховується наступним чином:

$$b = b_0 + b_0(d_{сер.зв.ж.}), \quad (3)$$

де  $b$  – розрахункова ширина прибережної смуги, м;  $b_0$  – еталонна початкова ширина прибережної смуги, що залежить від довжини русла, м;  $d_{\text{сер. зваж.}}$  – середньозважений нахил прибережної смуги, градуси (при нахилі прилягаючої території до  $3^\circ$  ширина прибережної смуги приймається 50 м).

$$b_0 = 5\sqrt{L}, \quad (4)$$

де  $L$  – довжина річки, м.

Струмки, канали осушувальної мережі мають ширину прибережної смуги 10,0 м.

Відмічається неоднорідне поширення аборигенної іхтіофауни у водному середовищі р. Горинь: чим більша чисельність заплавних екотонів, тим більша чисельність видів і продуктивність риб. Найбільша чисельність і локалізація популяцій у створах Морозовичі – Деражно – Дубровиця – Висоцьк, що характеризується множинністю екотонів, життєвим простором, де формується кормова база за рахунок біогенів з верхньої лісостепової ділянки русла (табл. 2).

Окремо слід звернути увагу на збагачення зоопланктоном р. Горинь після очисних споруд РВО «Азот», поєднане з буферним ставом зливової каналізації. Однак, цей процес нівелюється кислим дренажним стоком з відвалів фосфогіпсу, що губить маточне поголів'я в зимовий період у зимувальній ямі нижче за течією. Тобто оцінку якості води водного середовища, як основного чинника існування екосистеми, можна формалізувати наступним чином:

$$I_e = (M_{C_i} (Q_{\text{річ}} + Q_{\text{екотон}}) / (L_1 - L_0) K V \tau), \quad (5)$$

де  $M_{C_i}$  – маса домішок у досліджуваному створі гідроекологічного коридору, г/м<sup>3</sup>;  $Q_{\text{річ}}$  – витрати річкової води, м<sup>3</sup>/с;  $Q_{\text{екотон}}$  – витрати води, що надходять з додаткової мережі, м<sup>3</sup>/с;  $L_1$  – БСК<sub>5</sub> в створі спостережень, мг/дм<sup>3</sup>10<sup>6</sup>;  $L_0$  – БСК<sub>5</sub> у витоці русла річки, мг/дм<sup>3</sup>10<sup>6</sup>;  $K$  – коефіцієнт переробної здатності або споживання розчиненого кисню біотою (приймається від 0,05 для гумінових кислот до 0,2–0,3 для фітопланктону та 0,5 – для стічних вод в літній період);  $V$  – швидкість потоку, м/с;  $\tau$  – тривалість спостережень, діб.

Таблица 2

 Формування складу аборигенної іхтіофауни за створами  
 спостережень у басейні р. Горинь

№ з/п	Створи спостережень	Протяжність русла, км	Множинність екотонів	Склад аборигенної іхтіофауни
1	с. Морозовичі, залізничний міст	430,0	Зимувальна яма, староріччя, заплавні луки, русло, стариці	<u>Судак, короп, окунь, плітка, лин</u>
2	с. Шубків	370,0	Староріччя, стариці, лучна заплава, русло	<u>Короп, товстолоб, лящ, плітка, окунь</u>
3	с. Хотинь	300,0	Зимувальна яма, кар'єри, стариці, джерела	<u>Плітка, лин, щука, сом, окунь, головень</u>
4	с. Бегень	288,0	Очисні споруди РВО «Азот», староріччя, лучна заплава, природні нерестовища	<u>Лящ, щука, сом, головень, карась</u>
5	смт Деражне	278,0	Староріччя, озера, лучна заплава, притоки, джерела	<u>Короп, лящ, щука, сом, головень, морена</u>
6	смт Степань	210,0	Староріччя, лучна заплава, джерела, стариці	<u>Підуст, короп, сом, головень</u>
7	смт Дубровиця – с. Селець	117,0	Староріччя, лучна заплава, болота, озера, стариці, зимувальна яма, притоки	<u>Сом, лящ, судак, щука, окунь, короп, карась, плітка</u>
8	смт Висоцьк	90,6	Староріччя, стариці, озера, заплавні луки, зимувальна яма, притоки (р. Чаква)	<u>Сом, судак, окунь, щука, карась, короп, плітка</u>
9	с. Заслущя (р. Случ-притока р. Горинь)	302,0	Озера, заплавні луки, притоки, стариці, болота	<u>Щука, судак, карась, лин, сом, окунь</u>

**Примітка:** підкреслені основні популяції промислових видів риб, формування популяцій інтродукованих видів риб з фермерських



рибоводних господарств. В створі с. Бегень на лівобережжі є давнє нерестовище щуки.

**Методи і об'єкти досліджень.** При дослідженні водних об'єктів використані апробовані гідрохімічні, гідрологічні, гідробіологічні, токсикологічні, іхтіологічні, ландшафтні методи досліджень.

Основними характеристиками стану водного середовища були вміст органічного вуглецю, мінеральних форм азоту і фосфору, зависів, вміст токсичних домішок (іони  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ). Іхтіологічні характеристики вивчали за лімнофільними та реофільними аборигенними видами риб. Стан підсистем поверхні водозбору вивчали за фізико-географічними регіонами України за співвідношенням трансформованих і природних підсистем (розораності, лісистості, залугованості, заболоченості, заозерності).

Об'єктами досліджень були правобережні притоки р. Прип'ять – річки Горинь, Стир а також озерні системи і руслові водосховища.

**Наукова новизна.** Вперше проведено дослідження заплавних екотонів у басейнах річок Горинь, Стир, Льва та приток середньої течії річок Дніпра, Десни, Удаю, озерних систем басейну річки Прип'ять. Розроблено класифікацію заплавних екотонів, їх символізацію та визначено їх значимість (табл. 3 і 4). Надано чисельність і динамічні зміни проміжних екотонів і віднесення їх до коефіцієнту трансформації підсистем поверхні водозбору та класу якості води.

Таблиця 3

Індексація проміжних екотонів водних басейнів та експертна оцінка їх вагомості у річково-озерній мережі

№ з/п	Елементи «осередків життя»	Водний об'єкт			Символ у формулі «осередків життя»
		річка	озеро	водосховище	
1	Регіональні басейнові	+++	+++	+++	p
2	Притоки I і II порядку з непорушеними басейнами і високою якістю води	+++	+++	+++	p
3	Заплавні озера та стариці	+++	+++	+	os
4	Джерела	+++	+++	+	d

продовження табл. 3

5	Заплавні луки – нерестовища	+++	+++	+	z
6	Заплавні болота	+	+	+	b
7	Зимувальні ями	+++	+++	+++	j
8	Підняття дна (банки), острови, перекати	+++	++	++	o
9	Незаболочені мілководдя з заростями очерету	++	++ (не більше 12%)	++ (не більше 12%)	a
10	Виклинювання підземних вод під водним дзеркалом	++	+++	+	w
11	Сполучення у системі «річка – озеро», «озеро – озеро»	+++	+++	++	s
12	Локальні рибовідтворювальні ділянки	+++	+++	+++	R
13	Гідроекологічні коридори середовища	+++	+++	+++	h
14	Скупчення осередків життя (русло+ притока+ зимувальна яма+ нерестовище)	+++	+	++	sh
<b>Функціональні показники</b>					
14	Розчинений кисень, насиченість 100%	+++	+++	+++	Rh
15	Екологічна якість води	+++	+++	+++	le

**Примітка:** експертна оцінка вагомості екотонних природних характеристик: +++ – надзвичайно важлива, ++ – дуже важлива, + – важлива.

Таблиця 4

Результати досліджень чисельності екотонів «осередків життя» у басейнах річок і озер

№ з/п	Водні об'єкти	Морфологічні характеристики (довжина русла (км), площа водного дзеркала (км <sup>2</sup> ))	Коефіцієнт множинності екотонів *	Коефіцієнт трансформації басейну, K <sub>тр</sub> (клас)	Формула «осередків життя»
<b>1. Річки</b>					
1	Прип'ять (до смт Річиця)	748.0 (досліджуване верхів'я 100.0)	81/27 (0,27)	3,37 (3)	$p^4 o s^{10} d^5 b^2 r^3 n^3$

продовження табл. 4

2	Льва (л.п. р. Ствиж)	100.0	125/10 (0,10)	12,5 (4)	$p^2os^3d^2j$
3	Горинь (п.п. р. Прип'ять)	659.0	350/232 (1,05)	1,5 (2)	$p^4os^{40}d^{98}z^{10}b^2$ $j^{30}a^2s^3r^8h^2$
4	Стир (п.п. р. Прип'ять)	437,0 (лівий рукав) 494.0 (правий)	280/179 (0,40)	1,56 (2)	$P^{21}os^{300}d^{20}z^{10}b^1$ $J^{30}o^2s^3r^6h^2$
5	Десна (л.п. р. Десна)	1126,0 (в межах України 591.0)	530/445 (0,47)	1,19 (2)	$p^{30}os^{40}d^{98}z^{10}b^2$ $j^{30}o^3s^{20}r^9h^2$
6	Удай (л.п. р. Сула)	321,0	96/60 (0,18)	1,60 (2)	$p^{15}os^5d^5z^3b^5$ $j^{10}o^2a^{10}r^5$
<b>2. Водосховища</b>					
7	Хрінницьке руслове на р. Стир	2000	39/25 (1,25)	1,56 (2)	$p^3os^2d^2z^2b$ $j^3o^2a^4s^2r^2h^4$
<b>3. Озера</b>					
8	Світязь	24,2	28/16 (0,66)	1,75 (2)	$p^3oszbj^5oa^2wr^2$
9	Скоринь (басейн р. Прип'ять)	0,172	40/11 (0,63)	3,63 (3)	$zbja^6w$
10	Любязь (басейн р. Прип'ять)	0,51	34/17 (0,33)	2,0 (3)	$p^2os^2z^2bj^2a^5$ $srh$
11	Нобель (басейн р. Прип'ять)	0,49	40/20 (0,41)	2,0 (2)	$p^2os^3z^2b^2j^2a^5$ $wsrh$
12	Лучне (басейн р. Прип'ять)	0,042	42/8 (2,2)	5,3 (3)	$bja^6$
13	Тучне (басейн р. Прип'ять)	0,046	45/9 (2,0)	5,0 (3)	$pbja^6$
14	Тухове (басейн р. Льва)	0,026	16/4 (6,5)	4,0 (3)	$pja^2$
15	Верхнє (басейн р. Льва)	0,050	20/5 (1,0)	14,0 (3)	$dzja^4$
16	Нижнє (басейн р. Льва)	0,015	18/3 (2,0)	6,0 (3)	$a^3$

**Результати досліджень.** Основою формування «плівки життя» басейну водного об'єкта (гідроекологічного коридору та заплавних екотонів) є динаміка водного режиму русла. Від висоти затоплення заплави та її тривалості залежить сполучення русла з екотонами.

В створі с. Оженин на річці Горинь ми спостерігали два піки підняття рівня води: зимово-весняний (березень-квітень), що відповідає рівню виходу повеневих вод на заплаву і формування нерестових умов (при поєднанні заплавних екотонів), спадом рівня повеневих вод та літнє підняття рівня води у червні, що відповідає рівню затоплення заплавних екотонів, сполучення їх з руслом.

Формування іхтіоценозу заплавних біомів. Лімітуючими чинниками формування популяцій аборигенної іхтіофауни були наявність сполучення з основним руслом, вміст розчиненого кисню, маса корму, чисельність іхтіофауни, кормовий коефіцієнт співвідношення у популяції риб «хижак – жертва», природна смертність, а також життєвий простір. Відсутність або зниження значень однієї з характеристик означає вразливість ценозів водного середовища та стійкість популяцій риб.

У штучних екосистемах життєвий простір особин складає від 2,5 м<sup>3</sup> водного середовища до 5,0 м<sup>3</sup> при пасовищній технології годівлі риб та наявності природного корму (зоопланктону) до 5,0 г на 1 м<sup>3</sup> водного середовища. У зв'язку з проточністю води та дрифтом планктону об'єм життєвого простору при концентрації 0,02 г/м<sup>3</sup> складатиме більше 100 м<sup>3</sup> на одну особину планктофага.

Зрозуміло, що кормова база буде одним з провідних чинників продуктивності водойми. У непротічних системах і оптимальних умовах нересту спостерігається загущеність посадки і тугорослість. Тому найбільша чисельність аборигенної іхтіофауни спостерігається у локальних рибовідтворювальних ділянках на руслах річок (біомах), де є згущеність плівки життя (корми, якість води, кисневий режим, наявність хижаків) та величина життєвого простору.

Залежно від умов у екотонах формується специфічний склад риб – лімнофілів, реофілів, а також періодична зміна сукцесій екосистеми. Так, в ізольованих поліських водоймах спостерігається періодична зміна складу риб. У суворі зими внаслідок дефіциту розчиненого кисню гине щука, залишається стійкий до його дефіциту карась, лин. В нерестовий період екземпляри щуки, що вижили, як подавлена популяція не розвивається, так як ікра виїдається

карасем і популяція щуки деградує. Лише на 3–4 рік, коли виживають окремі екземпляри щуки, динаміка відношення «карась – щука» міняється і розвивається щуча популяція, яка подавляє карася, тобто в локальних біомах формується однаковий тип вищої ланки трофічного ланцюга, обумовлений лімітуючими чинниками їх життєвого простору. Звичайними представниками застійних водойм є лин, окунь, карась, в'юн, ротань, а протічних – судак, щука, сом, окунь, підуст (табл. 5).

Основними процесами глибокого біологічного доочищення забруднених стоками поверхневих вод є тривалість контакту забруднень з гідробіонтами. Так, очищення води на біофільтрах та аеротенках складає лічені години при активній аерації. Очищення води у біологічних ставках та водорослево-рачкових ставках складає до 6 днів. Добігання води у річках від витoku до гирла складає також до 5–6 днів. В той же час додаткова мережа функціонує як реактивна система активізації процесів самоочищення та як зони сталого мешкання аборигенних видів риби та формування природної кормової бази. За В. І. Вернадським біоми річкових басейнів можна розглядати як елементи згущення «плівки життя», а також як біокосні системи, що поєднують водне і косне середовища (суходільні біоценози), взаємопов'язані обміном речовини та енергії. Тут формується потік енергії від простіших організмів (бактеріопланктону та зоопланктону) до вищої ланки трофічного ланцюга.

В оптимальних умовах водного середовища (якість води, газовий режим, кормова база, життєвий простір) формуються популяції аборигенних видів риби, зокрема сома, ляща, щуки, судака, підуста, плотви та інтродукованих видів – коропа, товстолаба, білого амура, веслоноса.

Таблиця 5

Порівняльна характеристика залежності видового складу аборигенної іхтіофауни правобережних приток р. Прип'ять (річки Горинь, Устя, Стир, Іква) та їх руслових водосховищ від зарегульованості русел

№ з/п	Вид риби	Досліджувані створи в басейнах річок						
		р. Стир, гирло, с. Зарічне)	Хрінницьке водосховище (басейн р. Стир)	Млинівське водосховище (басейн р. Іква)	р.р. Стир, Іква від водосховища до с. Торговиця	Басівкутське водосховище (басейн р. Устя)	р. Устя від створу водосховища до впадіння в р. Горинь	р. Горинь, гирло (с. Висоцьк)
1	Щука	++++	+++++	++++	+++++	++	+	++++
2	Судак	++	++	-	++	++	-	+++
3	Плітка	+++++	+++++	+++++	+++++	++++	++	+++++
4	Головень	++++	+	+	+++	-	-	++++
5	В'язь	++	+	+	++	-	-	++
6	Краснопірка	+++	++++	++++	++++	+	-	++++
7	Білізна	+++	+	+	+++	-	-	+++
8	Вівсянка	+++++	+++++	+++++	+++++	+++	+++	+++++
9	Лин	++	+++++	++	+++	+	-	++
10	Рибець	+++	-	-	++	-	-	+++
11	Підуст	+++	-	-	++	-	-	+++
12	Пічкур	+	-	-	-	-	-	+
13	Верховодка	+++++	++++	++++	+++	+++++	+++	+++++
14	Плоскирка	+++++	++++	++++	++++	+++	-	+++++
15	Лящ	+++++	+++	++++	++++	+++	-	+++++
16	Клепець	++	-	-	++	-	-	++
17	Гірчак	+	++	++	+	++	+	+
18	Карась звичайний	++	+	-	++	-	-	++
19	Карась сріблястий	+++	++++	++++	++++	++++	+++	+++
20	Короп ставовий	+++	++	+	++	+	-	+++

Рибопродуктивність і чисельність популяцій риб за біомами слід розглядати за кормовою базою, життєвим простором, якістю водного середовища.

$$R = f(m, n, I_e, R, N, C_i). \quad (6)$$

$$C_i = M/Q. \quad (7)$$

Тобто зрозуміло, чому кормові ділянки річок Горинь, Стир характеризуються найвищою рибопродуктивністю, що формується сумарним впливом продуктивності проміжних біомів при підвищенні якості води.

Біоми руслових коридорів є зоною ризику, яка формується від дефіциту розчиненого кисню, скидання забруднених і токсичних стоків, хлорованих стічних вод.

Закономірності реабілітації порушених природних екосистем:

1. У водному середовищі працює закон збереження речовини та енергії, який реалізується в процесі синтезу живої речовини із неживої: біогенні домішки стічних вод (CNP) під дією сонячного опромінення синтезуються біотою (мікроводоростями та вищою водною рослинністю) у живу речовину постійно, що забезпечує сталість існування природного середовища.

2. Сукупність гідробіонтів, сформована на трансформованій енергетичній базі (забруднення) переводить водне середовище на новий рівень сукцесійних змін, формує чисту воду. Тобто реалізується золоте правило існування екосистеми: повернення стану середовища від забрудненого до еталонного.

3. Не дивлячись на зростаючий рівень урбанізації та збільшення об'єму скидної води, природне середовище реалізує свій стан за рахунок додаткової мережі (екотонів) та розкладу органічних домішок нижньої ланки трофічного ланцюга – бактеріопланктоном.

4. Властивість води підвищувати питому вагу при температурі +4°C забезпечує вертикальну стратифікацію та збереження аборигенної іхтіофауни у підлідний період, а холодна вода формує на поверхні водного дзеркала льодовий покрив.

5. Складові елементи додаткової мережі (болота, ветленди, лучна заплава, стариці, озера, притоки першого і другого порядку) забезпечують стійкість і знижують вразливість водного середовища від впливу антропогенних домішок.

6. Регулювання русла річок греблями порушує шляхи міграції аборигенних видів риб (кормових, кисневих, осінніх, зимових) а також перебиває шляхи міграції при точкових забрудненнях та реотаксис аборигенної іхтіофауни (річкового вугра, щуки та інших видів).

7. Ліквідація точкових джерел забруднення річково-озерної мережі може бути забезпечена шляхом упорядкування природокористування місцевими громадами та впровадження плати за воду, а також скидання забруднених стоків.

**Висновки.** 1. При існуючому кризовому стані у водокористуванні необхідна державна програма «Відновлення стану річкової мережі і якості води» із фінансовим забезпеченням за розділами «Очисні споруди. Русла. Проміжні екотони. Заліснення. Якість води. Рибопродуктивність».

2. Стійкість, вразливість і рибопродуктивність річкових русел (гідроекологічних коридорів) обумовлена множинністю проміжних зон (екотонів). Спрямлені русла малих річок низькопродуктивні, є магістральними каналами відведення стоку меліоративних систем.

3. Гідроекологічні коридори середовища є зоною ризику та реактивною системою доочищення домішок, стабільність якої генерується дотацією біогенних елементів з поверхні водозбору та гідробіонтами, що надходять з умовно очищеними комунальними стоками, а також, інокуляцією гідробіонтів проміжних екотонів.

4. Антропогенна складова за внесенням домішок перевищує природну: за стоком солей – до 50%, токсичних домішок – до 10%, що формує третій клас якості води, а також періодичні формування кризових явищ у річковій мережі.

1. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В., Гринк В. І., Войтишина Д. Й. Відродження екосистем трансформованих басейнів річок та озер (Рекомендації до розробки ОВНС) : монографія /за ред. д.б.н. Гриба Й. В. Рівне : НУВГП, 2012. 246 с. 2. Гриб Й. В., Клименко М. О., Савицький О. Л., Войтишина Д. Й. Використання боліт і торфовищ в очищенні поверхневого стоку та адаптація передового досвіду в умовах України. *Екологія боліт і торфовищ*. К., 2012. С. 59–69. 3. Клименко М. О., Гриб Й. В., Мантурова О. В. Рибопродуктивність і видове різноманіття заплавлених озер басейну річки Прип'ять. *Природа Західного Полісся і прилеглих територій*. Луцьк, 2001. С. 213–221. 4. Гриб Й. В., Петрук А. М., Борщевська І. М., Войтишина Д. Й., Михальчук М. А. Біоіндикація стану водного середовища у комплексному



оцінюванні токсичності слабopотічних водойм. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. 2(102). С. 31–51.

## REFERENCES:

1. Hryb Y. V., Klymenko M. O., Sondak V. V., Hrynk V. I., Voityshyna D. Y. Vidrodzhennia ekosystem transformovanykh basiniv richok ta ozer (Rekomendatsii do rozrobky OVNS) : monohrafiia /za red. d.b.n. Hryba Y. V. Rivne : NUVHP, 2012. 246 s.
2. Hryb Y. V., Klymenko M. O., Savytskyi O. L., Voityshyna D. Y. Vykorystannia bolit i torfovyyshch v ochyshchenni poverkhnevoho stoku ta adaptatsiia peredovoho dosvidu v umovakh Ukrainy. *Ekolohiia bolit i torfovyyshch*. K., 2012. S. 59–69.
3. Klymenko M. O., Hryb Y. V., Manturova O. V. Ryboproduktyvnist i vydove riznomanittia zaplavnykh ozer basynu richky Prypiat. *Pryroda Zakhidnoho Polissia i prylehlykh terytorii*. Lutsk, 2001. S. 213–221.
4. Hryb Y. V., Petruk A. M., Borshchevska I. M., Voityshyna D. Y., Mykhalchuk M. A. Bioindykatsiia stanu vodnoho seredovyyshcha u kompleksnomu otsiniuvanni toksychnosti slaboprotichnykh vodoim. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. Ser. Silskohospodarski nauky*. 2023. Vyp. 2(102). S. 31–51.

---

**Hryb Y. V., Doctor of Biological Sciences, Professor, Trotsiuk V. S., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Voityshyna D. Y., Applicant, Sherinha I. O., Senior Student (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)**

## FUNCTION OF INTERMEDIATE ECOTONES (BIOMES) OF THE RIVER NETWORK IN FORMING WATER QUALITY AND SPECIES DIVERSITY OF ICHTHIOFAUNA

A water biocoenotic ecosystem depends on the condition of the subsystems of the catchment surface, the composition of the ecotones of the aquatic environment, and is the result of the combination of living and non-living matter. The biome, as an elementary primary unit of the aquatic ecosystem, shapes the composition of the flora and fauna of the river-lake network, facilitates the processes of self-purification of the aquatic environment, and forms the "film of life" (according to V. I. Vernadsky). In general, the megaecosystem of a water body is a territorially-spatial biological formation of the

aggregate of aquatic and terrestrial cenoses of the basin, which creates and produces the species diversity of flora and fauna. When monitoring the river network, the main focus is on the characterization of the riverbed as a hydro-ecological corridor for the discharge of wastewater, surface, and groundwater, and the migration routes of indigenous ichthyofauna. Meanwhile, the lateral ecotones as supplementary localities for the formation of aquatic biomes have received practically no attention. A biome can be characterized as the primary production link of living matter in the aquatic environment, limited by the physico-geographical and landscape conditions of the formation of transitional zones between the aquatic environment and the land, which form and preserve species diversity of flora and fauna, serve as a repository for the conservation of rare species of living nature, synthesize oxygen, and reduce CO<sub>2</sub> content in the atmospheric air, and together with terrestrial biogeocenoses, form climatic conditions, the intensity of atmospheric precipitation, and nourish the aquatic environment. According to V. I. Vernadsky, biomes are natural localities of organic matter concentration and are elementary cells of aquatic ecosystems.

*Keywords:* ecotone; biome; hydro-ecological corridor; ichthyofauna; ecosystem.