

# ДО ПИТАННЯ РЕАБІЛІТАЦІЇ УМОВ ВІДТВОРЕННЯ АБОРИГЕННОЇ ІХТІОФАУНИ ТА ФОРМУВАННЯ СТІЙКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА У ТРАНСФОРМОВАНІЙ РІЧКОВІЙ МЕРЕЖІ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

В.В. Сондак

Національний університет водного господарства  
та природокористування, м. Рівне

*Запропоновано розрахункову формулу стійкості трансформованих річкових систем та просторовий біомаркер умов відтворення аборигенної іхтіофауни. Визначено, що одним з основних чинників відновлення іхтіоценозу річкової мережі є реабілітація та заповідання “природних локалітетів” — локальних ділянок, складовий комплекс яких сприяє відтворенню та формуванню промислових стад.*

Розв’язання проблеми стабілізації іхтіоекологічної ситуації шляхом збереження “природних локалітетів” придаткової мережі та прийняття екологічно обґрунтованих рішень для реабілітації відтворення аборигенної іхтіофауни регіону, рибопродукція якої за останні 10 років зменшилась на цілий порядок, в умовах значного господарського освоєння річково-озерної мережі, порушень гідрологічного режиму та множинності стресових впливів набуває все більшої актуальності [4].

Західне Полісся України — єдиний регіон, де частково збереглись умови для природного відтворення іхтіофауни, а басейни правобережних приток р. Прип’ять (Стир, Горинь, Стохід, Вижівка, Турія, руслові озера Люб’язь та Нобель), які є підзоною відтворювального комплексу Західно-Прип’ятського гідроекологічного коридора, зберігаючи генофонд аборигенної іхтіофауни, потребують захисту, охорони, реабілітації та управління [1–4].

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Нами протягом останніх 10 років досліджувався вплив біотичних та абіотичних чинників на відродження аборигенної іхтіофауни рр. Стир, Горинь, Случ — складових Західно-Прип’ятського гідроекологічного коридора, формування стійкості річкових іхтіоценозів в умовах

впливу токсичності та стресових факторів (постійних та періодичних). За загальноприйнятими методами досліджувалися: гідрологічний режим, стан кормової бази, якість води, трансформацію русел та заплав, рибопродуктивність та кількість рибопродукції, видовий склад аборигенної іхтіофауни та її розмірно-вагові характеристики — складники відтворення іхтіоценозу Західно-Прип’ятського гідроекологічного коридора.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Не зважаючи на вагомі результати наукових досліджень аборигенної іхтіофауни регіону [1, 2, 6–8], до цього часу відсутні методи розрахунку стійкості водних екосистем щодо впливу біотичних та абіотичних чинників на рибопродуктивність. Відповідно відсутні статистично достовірні методи визначення лімітуючих чинників впливу та відсутнє їх ранжування з метою прийняття необхідних рішень.

Відомо, що найвища рибопродуктивність природних водойм спостерігається через два роки від року середньої водності, коли забезпечуються оптимальні нерестові умови, формується сприятлива кормова база та гідрологічний режим. Однак, до цього часу не були визначені конкретні складові формування стійкості водних екосистем.

Запропонований нами метод полягає у розрахунку стійкості збережених у природному стані ділянок русел річок де формуються локальні рибовідтворювальні ділянки (ЛРД) — “природні локалітети” відтворення аборигенної іхтіофауни (рис. 1).

Наші натурні дослідження показали, що складовими локальних рибовідтворювальних ділянок є: місця з відкритими шляхами зимових, нерестових та кормових міграцій, збереження маточного поголів'я, джерел чистої води, умов для формування кормової бази, нересту та можливості скочуватись молоді риб у русло основної річки після переходу на самостійне (зовнішнє) живлення.

Так, дослідження якості води локальних рибовідтворювальних ділянок р. Горинь, у створі сс. Деражне, Степань показали, що для них характерні води першо-

го класу (екологічний індекс “ $I_e$ ” становить 2,0–3,5), тоді як в основному руслі річки якість води відповідає характеристикам третього та четвертого класу (“ $I_e$ ” 6,9–7,6) — за складом солей, токсичними домішками та трофічним статусом. Живе русло мало нестійку якість води, токсичні домішки, бідну кормову базу, періодичні та неперіодичні стресові ситуації тощо (див. рис. 1).

Нами визначено, що стан стійкості водної екосистеми — величина прямо пропорційна добутку часу добігання води від витoku до гирла, кількості межових зон-екотонів та швидкості руслового потоку і обернено пропорційна чисельності стресових ситуацій, на проміжку досліджуваного русла річки [4]. Наведені розрахунки базуються на кисневому балансі рибницьких ставів [5]. Формула для розрахунку стійкості водної екосистеми:

$$St = \tau \cdot v \cdot n / \sum S \cdot L,$$

де  $\tau$  — час добігання води від витoku до гирла непорушеної річки або до греблі сегментованої ділянки русла річки, (добі);  $v$  — швидкість течії, (м/с);  $n$  — чисельність межових зон-екотонів, (шт.);  $L$  — довжина русла або сегментованої ділянки, (м);  $\sum S$  — сума врахованих стресових ситуацій біотичного та абіотичного походження, (шт.) [4].

Розрахунок стійкості рр. Стир, Горинь, Іква, Устя та магістрального каналу “Стубла” показав, що більш стійкими є річкові екосистеми з численними екологічними нішами та мінімумом стресів (табл. 1).

Наприклад, р. Стир:  $St = 86400 \cdot 10 \cdot 0,35 \cdot 400 / 10 \cdot 437000 = 27,7$ .

Таким чином, управління стійкістю трансформованих річкових систем лежить у площині мінімізації чисельності стрес-факторів, подовженні терміну добігання води до гирла (реабілітації заплав, звивистості русла) та збільшенні чисельності межових зон-екотонів (екологічних ніш) у досліджуваному проміжку русла річки.

Для об'єктивної оцінки іхтіоекологічної ситуації гідроекологічного коридора або басейну річки про-

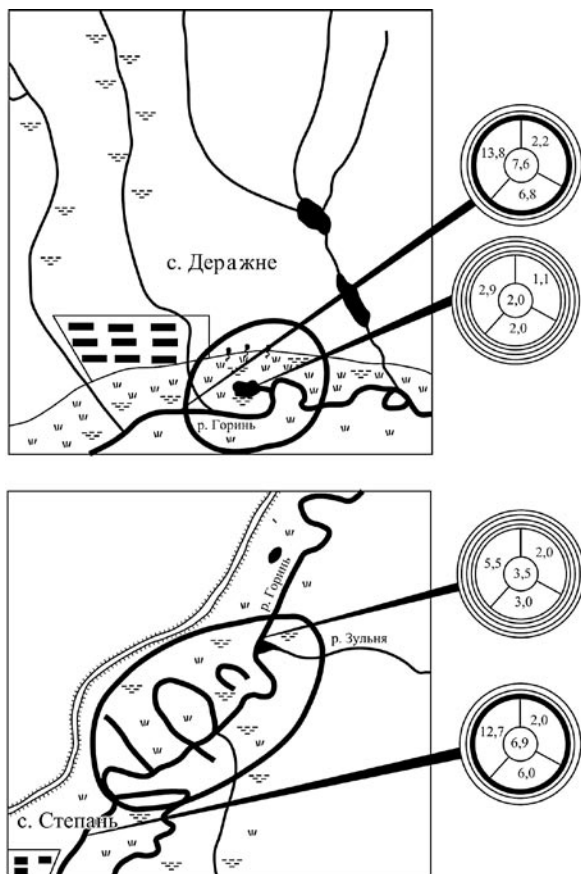


Рис. 1. Схеми локальних рибовідтворювальних ділянок у басейні р. Горинь (створ с. Деражне (300 км) та нижче с. Степань (200 км))

Таблиця 1. Розрахунок стійкості водойм Стир-Горинського рибовідтворювального комплексу

Показник	Стир	Горинь	Іква	Устя	„Стубла“
$\tau$	10,0	9,0	5,0	9,0	7,0
$\nu$	0,35	0,20	0,35	0,10	0,10
$L$	437,0	659,0	156,0	100,0	80,0
$n$	400,0	400,0	200,0	50,0	10,0
$\Sigma S$	10,0	10,0	5,0	16,0	6,0
$St$	27,7	9,4	38,8	2,43	1,26

понуємо використовувати комплексний просторовий біомаркер (рис. 2) [3, 4].

Запропонований нами просторовий біомаркер включає такі характеристики: період стійкого затоплення заплавних луків-природних нерестовищ ( $\tau$ ); чисельність межових зон-екотонів ( $n$ ); стан кормової бази, якість води ( $I_c$ ) або токсичність водного середовища ( $I_t$ ); відсоток наявності популяцій аборигенних видів риб порівняно з нетрансформованими річковими басейнами, їх стан та кількість рибопродукції ( $R\tau$ ) (див. рис. 2, табл. 2).

Ранг вагомості складових характеристик стійкості водної екосистеми визначали з допомогою математичної програми в редакторі Mathcad.

Використання програми дало можливість розраховувати:

- коефіцієнти  $a$  і  $b$  для рівняння ( $y = a + bx$ ) парної регресії та коефіцієнти кореляції між біомаркерами впливу (період та рівень затоплення заплав, якість води та її температура, біомаса зоопланктону) та рибопродуктивністю за досліджуваними створами спостережень: с. Деражне, м. Дубровиця — басейн р. Горинь; с. Берестечко, смт Колки — басейн р. Стир (рис. 3);
- коефіцієнти  $a$  і  $b$  для рівняння ( $y = a + bx$ ) парної регресії та коефіцієнт кореляції між біомаркерами впливу (період та рівень затоплення заплав, якість води та її температура) з кормовою базою (біомаса зоопланктону) як кінцевим результатом, який має безпо-

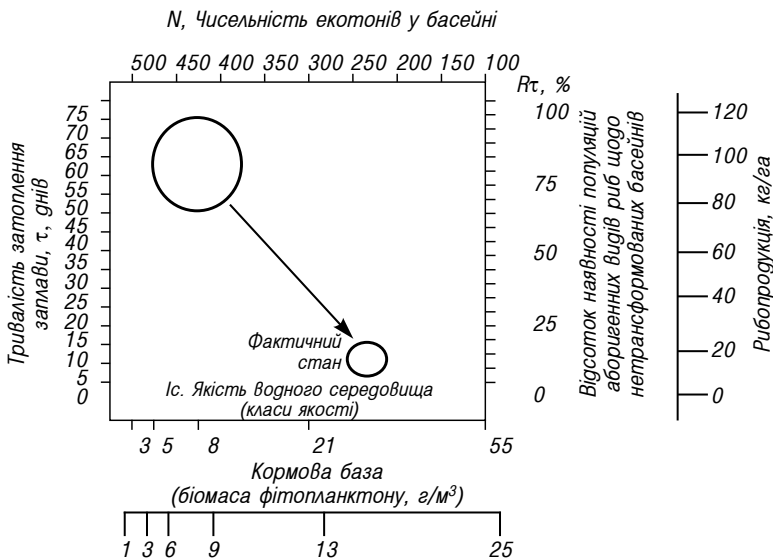


Рис. 2. Комплексний просторовий біомаркер визначення умов відтворення іхтіофауни

Таблиця 2. Класифікаційна оцінка стану популяцій аборигенних видів риб (за власними матеріалами досліджень) [4]

Клас, стан	Характеристика популяцій риб щодо нетрансформованих басейнів
I еталонний	Популяції риб досліджуваного водного об'єкта і нетрансформованих басейнів річок та озер тотожні на $\approx 100\%$
II добрий	Часткове порушення складу популяцій промислових видів риб-реофілів, літофітів псаммофілів та напівпрохідних форм (рибець, форель, марена, стерлядь) — наявні 75% складу відносно нетрансформованих басейнів
III задовільний	Помітні зміни ценозів цінних видів риб. Порушена різновікова структура стада риб — деякі вікові групи випали або містять тільки поодинокі екземпляри. Численні — щука, окунь, плітка, плоскирка, сріблястий карась, ящ. Нечисленні — сом, головень, лин, в'язь, підуст, білізна, судак, короп-сазан — $\geq 50\%$ складу відносно нетрансформованих басейнів
IV перехідний	Іхтіоценоз складається з малоцінних та смітних видів риб молодших вікових груп — окунь, верховодка, карась, плітка, триголкова колючка, гірчак, вівсянка, пічкур. Відсутні промислові види риб, їх маточне поголів'я та ремонт $< 50\%$ складу відносно нетрансформованих басейнів. Іхтіоценоз складається з риб, які мають короткий термін відтворення
V поганий	Переважають популяції риб лімнофілів та фітофілів. Розвинута тугорослість. Іхтіоценоз представлений адаптивними видами, які пристосувались до забруднення або інших несприятливих факторів, — окунь, гірчак, йорж, вівсянка, верховодка або вселенці — ротан. Поодинокі — плітка, краснопірка, сріблястий карась $< 30\%$ складу популяції відносно нетрансформованих басейнів

середній вплив на рибопродуктивність та рибопродукцію річкової мережі за тими самими створами спостережень (рис. 4);

- множинну регресію впливу біомаркерів на рибопродуктивність (рис. 3);
- множинну регресію впливу біомаркерів на формування кормової бази (рис. 4).

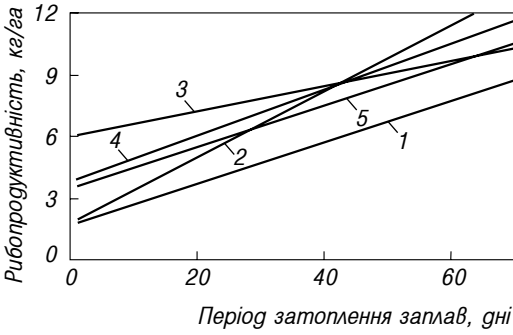
Статистична обробка отриманих результатів досліджень виявила таке:

1. Між складовими просторового біомаркера впливу на відтворення аборигенної іхтіофауни та кінцевим результатом, кормовою базою і рибопродуктивністю природних водоем Західного Полісся України спостерігається відчутний зв'язок:

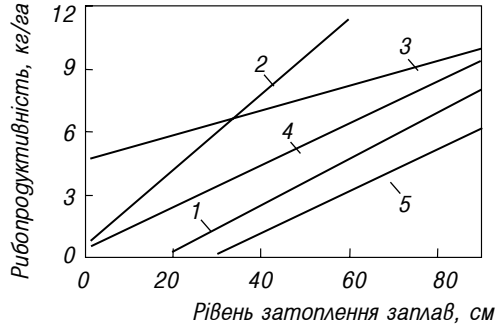
- коефіцієнт парної кореляції між періодом затоплення заплав та рибопродуктивністю для басейну р. Горинь за створами спостережень с. Деражне, м. Дубровиця становить  $+0,85$ ;  $+0,89$ ; басейну р. Стир (смт Колки, с. Берестечко)  $+0,92$ ;  $+0,84$ , між періодом затоплення заплав та біомасою

зоопланктону для басейну р. Горинь відповідно  $+0,94$ ;  $+0,89$ ; басейну р. Стир  $+0,96$ ;  $+0,88$ ;

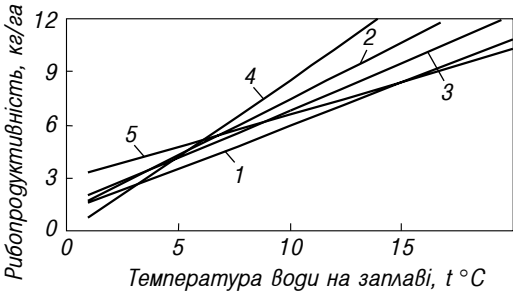
- коефіцієнт парної кореляції між рівнем затоплення заплав та рибопродуктивністю для р. Горинь (с. Деражне, м. Дубровиця)  $+0,58$ ;  $+0,79$ ; р. Стир (с. Берестечко, смт Колки)  $+0,77$ ;  $+0,87$ , між рівнем затоплення заплав та біомасою зоопланктону для р. Горинь відповідно  $+0,60$ ;  $+0,65$ ; р. Стир  $+0,88$ ;  $+0,84$ ;
- коефіцієнт парної кореляції між температурою води та рибопродуктивністю для р. Горинь за створами спостережень відповідно  $+0,88$ ;  $+0,64$ ; р. Стир  $+0,97$ ;  $+0,98$ , між температурою води та біомасою зоопланктону для р. Горинь  $+0,59$ ;  $+0,65$ ; р. Стир  $+0,91$ ;  $+0,96$ ;
- коефіцієнт парної кореляції між біомасою зоопланктону та рибопродуктивністю для р. Горинь  $+0,87$ ;  $+0,96$ , р. Стир відповідно  $+0,83$ ;  $+0,99$ ;
- коефіцієнт парної кореляції між якістю води та рибопродуктивністю для р. Горинь  $+0,55$ ;  $+0,9$ ; р. Стир  $+0,89$ ;  $+0,82$ , між якістю води та біомасою



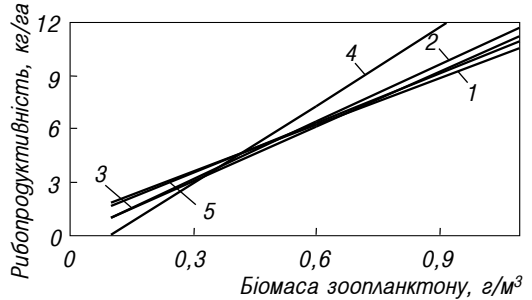
1 — ( $r = 0,92$ ); 2 — 0,84; 3 — 0,85; 4 — 0,85; 5 — 0,89



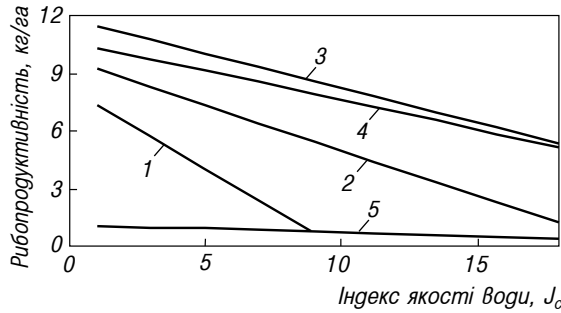
1 — 0,77; 2 — 0,87; 3 — 0,58; 4 — 0,88; 5 — 0,79



1 — 0,97; 2 — 0,98; 3 — 0,60; 4 — 0,88; 5 — 0,64



1 — 0,8; 2 — 0,995; 3 — 0,99; 4 — 0,87; 5 — 0,96



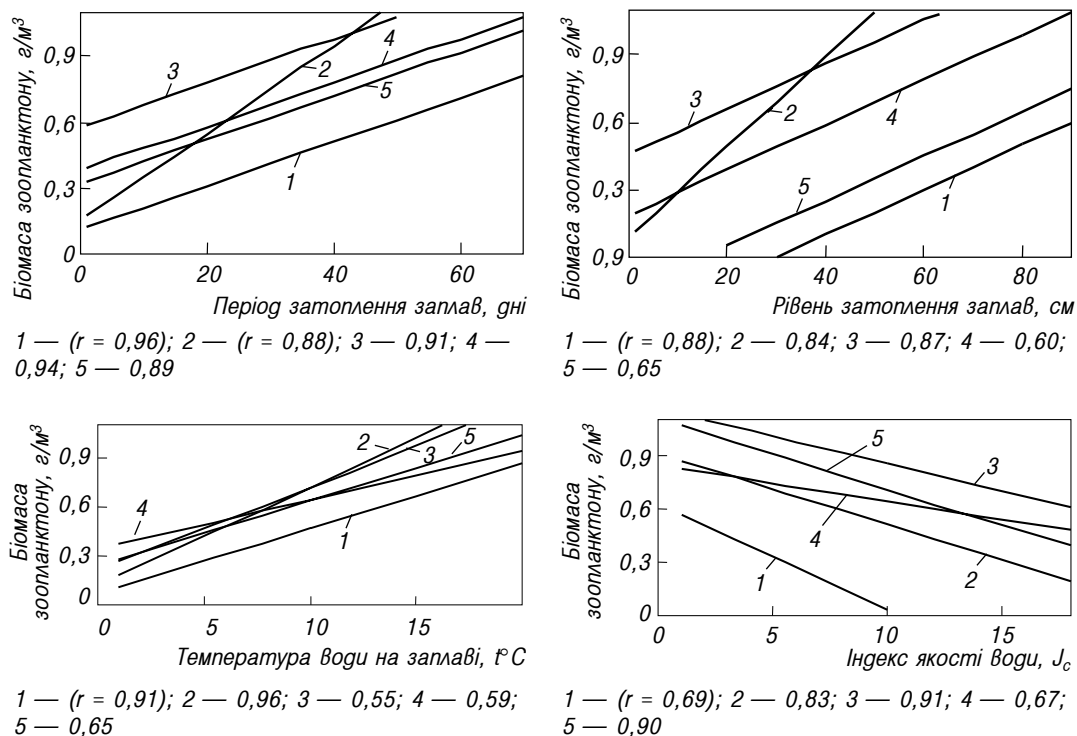
1 — 0,89; 2 — 0,82; 3 — 0,94; 4 — 0,54; 5 — 0,9

**Багатофакторний аналіз впливу**

Створи спостережень	Період затоплення	Рівень затоплення	Температура води	Маса зоопланктону	Індекс якості води
с. Щуровичі	0,019	0,051	0,569	7,153	0,020
с.т Колки	0,016	0,007	0,133	9,162	0,001
с. Зарічне	0,017	0,025	0,270	2,580	0,003
с. Деражне	0,060	0,037	0,595	3,832	0,052
с. Висоцьк	0,019	0,035	0,003	5,160	0,060

Рис. 3. Кореляційна залежність рибопродуктивності рр. Стир, Горинь до складових просторового біомаркера: період затоплення та рівень води на заплаві, температура води, біомаса зоопланктону та якість води. Створи спостережень: 1 — с. Щуровичі — 390 км; 2 — с.т Колки — 150 км; 3 — с. Зарічне — 10 км; 4 — с. Деражне — 300 км; 5 — с. Висоцьк — 100 км

\* Оптимум рибопродуктивності гирлових ділянок становить 110 кг/га, “золотий берег” — до 300 кг/га, фактична рибопродуктивність у створах спостережень — до 10 кг/га.



#### Багатофакторний аналіз впливу кожного з факторів

Створи спостережень, км	Період затоплення заплав	Рівень затоплення заплав	Температура води, °C	Індекс якості води
с. Щуровичі — (390)	0,012	0,004	0,021	0,0004
сmt Колки — (150)	0,007	0,004	0,029	0,001
с. Зарічне — (10)	0,003	0,003	0,032	0,003
с. Деражне — (300)	0,005	0,004	0,015	0,001
с. Висоцьк — (100)	0,007	0,003	0,017	0,006

Рис. 4. Кореляційна залежність біомаси зоопланктону рр. Стир, Горинь до складових просторового біомаркера: період затоплення та рівень води на заплаві, температура та якість води

Створи спостережень: 1 — с. Щуровичі; 2 — сmt Колки; 3 — с. Зарічне; 4 — с. Деражне; 5 — с. Висоцьк. За оптимум кормової бази прийнято: біомаса фітопланктону — до  $30 \text{ г/м}^3$ , зоопланктону — до  $12 \text{ г/м}^3$ , зообентосу м'якого — до  $5 \text{ г/м}^2$ . Фактично біомаса кормових гідробіонтів досліджуваних водойм становила: фітопланктону — до  $7,5 \text{ г/м}^3$ , зоопланктону — до  $1,8 \text{ г/м}^3$ , зообентосу м'якого — до  $2,8 \text{ г/м}^2$

зоопланктону для р. Горинь  $+0,67$ ;  $+0,9$ ; р. Стир  $+0,69$ ;  $+0,83$ .

2. Складові біомаркера істотно впливають на відтворення аборигенної іхтіофауни та рибопродуктивність річкової мережі, що підтверджує правильність їх вибору як біомаркерів і дає можливість

управління станом водних іхтіоценозів за досліджуваними складовими.

3. Ранжувати досліджувані складові впливу в силу різних одиниць виміру досить складно, оскільки вклад кожного з них достовірний ( $r =$  від  $+0,55$  до  $+0,99$ ).

## ВИСНОВКИ

Стійкість водної екосистеми є величиною прямо пропорційною добутку часу добігання води від витоків до гирла, кількості межових зон-екотонів та швидкості руслового потоку і обернено пропорційною чисельності врахованих стресових ситуацій на проміжку (довжині) досліджуваного русла або сегмента річки. Розраховується за формулою:  $St = \tau \cdot v \cdot n / \sum S \cdot L$ .

Враховані у просторовому біомаркері абіотичні та біотичні чинники впливу на відтворення аборигенної іхтіофауни мають значний вплив, між ними існує тісний кореляційний зв'язок, що підтверджує правильність їх вибору та можливість застосування при моніторин-

гових дослідженнях стану водних екосистем.

Одним з основних шляхів відновлення природного іхтіоценозу у трансформованій річковій мережі з метою збереження генофонду аборигенної іхтіофауни — реабілітація та заповідання “природних локалітетів” придаткової мережі ЛРД з обов'язковою регламентацією скидів промислових, побутових і меліоративних стоків

Управління стійкістю трансформованих річкових систем базується на мінімізації чисельності стрес-факторів, подовженні терміну добігання води до гирла та збільшенні (реабілітації) чисельності межових зон-екотонів у досліджуваному проміжку русла річки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління). — Рівне: Волинські береги, 1999. — Т. 1. — 348 с.
2. Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В., Волкова Л.А. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління). — Рівне: Волинські береги, 1999. — Т. 2. — 148 с.
3. Відновна іхтіоекологія (реабілітація аборигенної іхтіофауни природних водойм України) / За ред. Й.В. Гриба, В.В. Сондака. — Рівне: Волинські береги, 2007. — 630 с.
4. Сондак В.В. Відновна іхтіоекологія природних водойм Західного Полісся України. — Рівне: Волинські береги, 2008. — 296 с.
5. Шпетт Г.Й., Фельдман М.Б. Кисневий баланс ставів у зв'язку з інтенсифікацією ставового коропового господарства. — К., 1960. — С. 30–54. (Наукові праці УНДІРГ).
6. Полтавчук М.О. Про наслідки іхтіологічного дослідження і заходи до охорони і використання рибного населення деяких річок правобережного Полісся УРСР. — К.: Наукова думка, 1974. — С. 134–139. (Проблеми малих річок України).
7. Євтушенко М.Ю., Шевченко П.Г. Сучасний стан іхтіофауни та охорона риб озер Шацького національного парку. — Світиязь, 1999. — С. 194–200. (Шацький національний природний парк).
8. Куньчик Т.М. Антропогенна трансформація і біопродуктивність озерних екосистем межиріччя Західного Бугу і Прип'яті: Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня к. с.-г. н. — Житомир, 2004. — 18 с.

## К ВОПРОСУ РЕАБИЛИТАЦИИ УСЛОВИЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА АБОРИГЕННОЙ ИХТИОФАУНЫ И ФОРМИРОВАНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ В ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ РЕЧНОЙ СЕТИ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

В.В. Сондак

Предложено расчетную формулу стабильности трансформированных речных систем и комплексный пространственный биомаркер определения условий воспроизводства ихтиофауны. Определено, что самым важным фактором восстановления ихтиоценоза деградированной речной сети в современных условиях — реабилитация и заповедание “природных локалитетов” придаточной сети — локальных участков, комплекс которых благоприятствует воспроизводству и формированию промышленных стад.

**ON THE PROBLEM OF REHABILITATING CONDITIONS  
FOR THE REPRODUCTION OF ABORIGINE ICHTHYOFAUNA AND FORMATION  
OF STABILITY OF WATER ENVIRONMENT IN TRANSFORMED RIVER NETWORK  
OF WESTERN POLISSYA OF UKRAINE**

V. Sondak

The calculation formula is suggested for determining the stability of transformed river systems, the spatial biomarker of conditions for their reproduction. It is defined that one of the main factors for reproducing ichthyocenosis of river network is the rehabilitation and reservation of “natural localities” — local fish reproducing plots the constituent complex of which contributes both to reproducing and creating industrial shoals.

УДК 597.554.3

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
КАРАСЯ СЕРЕБРИСТОГО *CARASSIUS AURATUS GIBELIO*  
(BLOCH, 1782) НАХИЧЕВАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

**Т.М. Мамедов<sup>1</sup>, З.М. Кулиев<sup>1</sup>, А.И. Смирнов<sup>2</sup>, В.А. Ткаченко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт зоологии НАН Азербайджана

<sup>2</sup>Национальный научно-природоведческий музей НАН Украины

<sup>3</sup>Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины

---

*В результате сооружения совместного азербайджанско-иранского гидроузла “Араз” произошло изменение экологических условий Нахичеванского водохранилища, зарастание мелководьев, что благоприятствовало расширению ареала и росту численности карася серебрястого в данном водоеме. По материалам 1996–2006 гг. приведены данные по распределению и численности этого вида. Проанализированы его рост и упитанность; приведены сведения о плодовитости.*

---

Ареал карася серебрястого — *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) простирается от Силезии до Дальнего Востока, охватывая значительную часть Европы и Азии. На востоке он встречается в озерах бассейна Амура, рек Сахалина, Корейского полуострова, бассейнов рек Колымы, Алазеи, Индигирки — до 68°51′ сев. широты. Из бассейна р. Амур пересекается в бассейн р. Камчатка. Имеется в водоемах бассейнов рек Лена, Ингода, Селенга, Енисей, Обь, Иртыш. В Западной Сибири северная граница ареала заходит за Полярный круг, а южная достигает озер у подножья Алтая. Населяет низовья рек Сырдарья и Амударья, оз. Чаны, уральские озера. На запад от Урала есть в бассейнах рек Урал, Волга, Днепр, Южный Буг, Днестр, Дунай. Также в пресноводных водоемах Польши, Германии, Франции, Англии, куда, очевидно,

был завезен для разведения в прудах. Благодаря акклиматизации ареал расширился на юг Азии до Сиамы, Таиланда, Индии и Северной Америки [17, 18]. Из бассейна Амура завозится в пруды Европы, в том числе и Украины [16]. В пределы ареала данного подвида входит и Нахичеванское водохранилище (рис. 1) — наиболее крупный искусственный водоем в долине р. Араз, которое находится на территории Нахичеванской Автономной Республики Азербайджана и Исламской Республики Иран. Это водохранилище образовалось в результате сооружения совместного азербайджанско-иранского гидроузла “Араз” и заполнено в 1972 г.

Площадь водохранилища — 14500 га, объем — 1,35 км<sup>3</sup>, средняя глубина — 9,31 м, длина — 40,5 км, средняя ширина — 7 км. Максимальный уровень воды в Нахичеванском водохранилище