

УДК 504.45: 597.55

## ФЛУКТУЮЧА АСИМЕТРИЯ ПЛІТКИ В РІЧКАХ РІВНЕНЩИНИ

*О.О. Бедункова, А.М. Петрук*

*Національний університет водного господарства та  
природокористування  
bedunkovaolga@mail.ru*

Впервые показана возможность оценки гидроекосистем рек Ровенской области по показателю флуктуирующей асимметрии меристических признаков плотвы как вида с широкой экологической пластичностью. Выяснено, что от уровня загрязнения поверхностных вод, в первую очередь, зависит показатель дисперсии флуктуирующей асимметрии грудных плавников данного вида рыб.

*Гидроекосистема, плотва, флуктуирующая асимметрия,  
качество вод*

### ВСТУП

При визначенні рівня антропогенного навантаження на водойми, оцінюються два основні фактори: 1) шкідливе для здоров'я людей зниження якості питної води та санітарно-епідеміологічне забруднення водних об'єктів рекреаційного призначення; 2) створення загрози деградації або порушення функцій відтворення основних біотичних компонентів гідроекосистем.

Останній "загальноекологічний" підхід робить можливою інтегральну оцінку наслідків всього комплексу несприятливих впливів на живі організми водного середовища.

Так, одним з показників екологічного статусу гідроекосистем є морфологічний гомеостаз або стабільність розвитку іхтіопопуляцій [5]. Стабільність розвитку – це здатність організму до формування фенотипу без онтогенетичних порушень та помилок [6]. Показником стабільності розвитку може бути флуктуюча асиметрія (ФА) – незначні неспрямовані відхилення від білатеральної симетрії у будові різних морфологічних структур [4, 10]. Численні дослідження доводять, що рівень ФА іхтіофауни мінімальний у нормальних умовах природних водойм, але при появі будь-якого стресового фактора відчутно зростає [1, 4, 8, 10, 13]. Крім

того, доведено, що вивчення ФА можливе не на рівні окремих особин, а лише розглядаючи їх групи під час дослідження вибірок [4, 5, 8, 13].

Метою наших досліджень було встановити рівні ФА меристичних ознак плітки в річках Рівненщини, на підставі чого проаналізувати екологічний статус дослідних гідроекосистем.

### УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Нами були опрацьовані вибірки плітки з різних ділянок річок Рівненської області (табл. 1), які знаходяться на різній відстані від гирла та зазнають впливу антропогенезу різного ступеня.

У відловлених особин плітки аналізували по чотири білатеральні меристичні ознаки: загальну кількість променів у грудних (Р) і черевних плавцях (V), кількість зябрових тичинок на 1-й зябровій дузі (sp.br.) та кількість лусок у бічній лінії до кінця лускового покриву (jj) за рекомендованою схемою іхтіологічних промірів [9]. Рівень флюктуючої асиметрії оцінювали за інтегральним показником ЧАП [3]:

$$\text{ЧАП} = \frac{\sum_{i=1}^k A_i}{n \cdot k}, \quad (1)$$

де ЧАП – число асиметричних проявів;  $A_i$  – число асиметричних проявів ознаки  $i$  (число особин, асиметричних за ознакою);  $n$  – чисельність виборки;  $k$  – число ознак.

Оцінку відхилення стабільності розвитку вибірок плітки від умовно нормального стану проводили за шкалою [4], що наведена в табл. 2.

Додатково для кожної ознаки, розраховували дисперсію за асиметрією ( $\sigma_a^2$ ), яка оцінює міру розкиду випадкової величини, тобто її відхилення від математичного сподівання [2].

Таблиця 1 – Контрольні пункти проведення ловів плітки у річках Рівненської області

Table 1 – Checkpoints of catching roach rivers in Rivne region

Назва річки	Відстань пункту від гирла, км	Обґрунтування необхідності гідроекологічних досліджень
Стир	168,7	Пункт, суміжний з Волинською областю
	155,0	Вплив скиду стічних вод Рівненської АЕС
Іква	80,5	Пункт, суміжний з Волинською областю
	39,6	Вплив скидів стічних вод м. Дубно
Горинь	451,0	Пункт, суміжний з Хмельницькою областю
	305,0	Вплив скиду стічних вод
	228,5	Вплив р. Замчисько на забруднення р. Горинь
Устя	65,0	Верхів'я річки, природний фон
	18,0	Вплив скидів стічних вод м. Рівне
	0,7	Контрольний пункт в гирлі
Замчисько	21,5	Фоновий пункт для м. Костопіль
	11,9	Вплив скиду стічних вод
	0,3	Контрольний пункт в гирлі
Случ	150,5	Пункт, суміжний з Житомирською областю
	93,4	Вплив скиду стічних вод
Стубелка	12,4	Верхів'я річки, природний фон
	21,2	Вплив скиду стічних вод

Таблиця 2 – Шкала для оцінки відхилень стану риб від умов норми

Table 2 – Scale to assess the state of fish deviations from the norm conditions

Бал	Значення показника стабільності розвитку ЧАП	Якість середовища
1	< 0,30	- умовно нормальне
2	0,3–0,34	- початкові (незначні) відхилення від норми
3	0,35–0,39	- середній рівень відхилень від норми
4	0,40–0,44	- суттєві (значні) відхилення від норми
5	0,45 та >	- критичний стан

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нами були опрацьовані збори статевозрілої плітки з різних ділянок річок Рівненської області протягом весняно-літніх періодів 2013 та 2014 років. На рис. 1 представлені рівні асиметрії парних структур у вибірках плітки із зазначенням рівнів коливань ЧАП та загальної кількості проаналізованих особин.

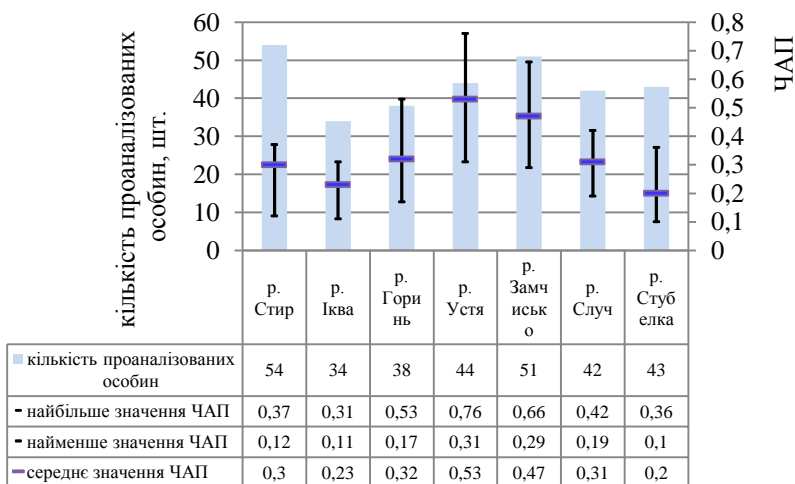


Рисунок 1 – Частоти асиметричного прояву парних структур плітки в річках Рівненської області

Figure 1 – Frequency of asymmetric structures gossip manifestation even in rivers of Rivne region

Так, коливання показників частоти асиметричного прояву змінюється в межах від 0,1 до 0,76, при коливаннях середніх значень 0,2–0,53. Серед дослідних річок, за середніми значеннями показника стабільності розвитку ЧАП, найкращі характеристики мають рр. Стубелка, Іква та Стир, де якість водного середовища відповідає умовно нормальному рівню. Початкові (незначні) відхилення від норми якості водного середовища зафіксовані для рр. Горинь та Случ. Річка

Замчисько має суттєві (значні) відхилення від норми, а якість водного середовища р. Устя знаходиться у критичному стані.

Ще однією мірою, яка часто використовується при оцінках ФА є дисперсія за асиметрією ( $\sigma_d^2$ ), котра розраховується для кожної з морфологічних ознак. На рис. 2 наведені середні рівні даного показника для оцінених меристичних ознак плітки, відповідну кількість екземплярів якої було виловлено у дослідних річках.

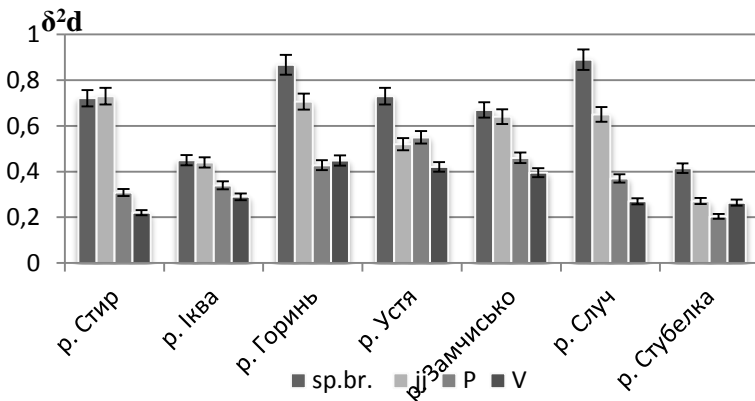


Рисунок 2 – Дисперсія асиметрії меристичних ознак плітки у річках Рівненщини: sp.br. – кількість зябрових тичинок на 1-й зябровій дузі; jj – кількість лусок у бічній лінії до кінця лускового покриття; P – загальна кількість променів у грудних плавцях; V – загальна кількість променів у черевних плавцях.

Figure 2 – Dispersion asymmetry measuring signs of gossip in rivers Rivne: sp.br. – the number of gill rakers on 1st gill arch; jj – number of scales in the lateral line to the end of the scaly covering; P – total number of rays in the pectoral fins; V – total number of rays in the ventral fin

Як можна помітити з рис. 2 найвищі рівні дисперсії за асиметрією були характерні для таких ознак плітки як кількість зябрових тичинок на 1-й зябровій дузі та кількість лусок у бічній лінії. Середні величини даного показника в різних річках коливались відповідно від 0,42 до 0,89 для sp.br. та від 0,27 до

0,73 для jj. У більшості дослідних річок дисперсія асиметрії кількості зябрових тичинок на 1-й зябровій дузі (sp.br.) мала помітне переважання величини дисперсії асиметрії інших ознак. Це скоріше пов'язане з травмуванням риби під час вилову або вимірів, а отже розцінюється нами здебільшого як похибка вимірювань. Розподіл середніх величин дисперсії за асиметрією загальної кількості променів у грудних (P) та черевних (V) плавцях був помітно нижчим і коливався в межах від 0,2 до 0,55 для P та від 0,22 до 0,45 для V.

З метою виявлення закономірностей формування дисперсії ФА плітки, ми скористались методом встановлення величини вірогідності апроксимації ( $R^2$ ), яка застосовується для простих лінійних рядів даних [7]. Для цього було співставлено рівні забруднення річок за всіма дослідними створами (табл. 1), які оцінювали за показником індексу забруднення води (ІЗВ) [3], згідно звітних даних гідрохімічного контролю якості поверхневих вод Рівненської області та всі величини показників  $\sigma_d^2$  встановлені для виловлених риб у відповідних створах (рис. 3).

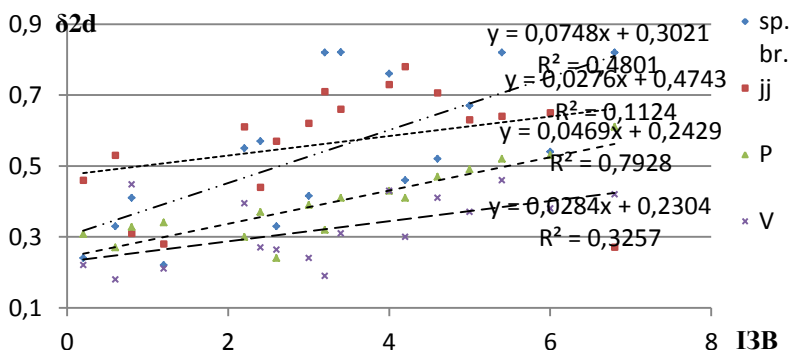


Рисунок 3 – Залежність рівнів забруднення поверхневих вод та величин дисперсії ФА плітки у річках Рівненщини

Figure 3 – Dependence of surface water contamination levels and variance of FA roach in rivers of Rivne region

З рис. 3 легко помітити, що індекси забруднення поверхневих вод у дослідних створах знаходяться у достатньо широкому діапазоні, що обумовлено різним рівнем антропогенезу на відповідних ділянках річок. Зокрема, ІЗВ змінюється у річках Рівненщини від 0,8 – вода "чиста" до 6,4 – "дуже брудна". Крім того, діапазон дисперсії ФА облікових ознак також достатньо широкий і змінюється від 0,18 до 0,82.

Так, найтісніша залежність від рівня забруднення поверхневих вод була встановлена для загальної кількості променів у грудних плавцях плітки, при чому  $R^2=0,792$ . Величини вірогідності апроксимації між рівнями забруднення поверхневих вод та рештою показників дисперсії за асиметрією плітки не перевищували значення 0,48. Припускаємо, що причиною зазначеного могли бути наслідки травмування риби при обловах, які призвели до появи певної похибки при обліку даних ознак.

## ВИСНОВКИ

1. Значна варіація показників ФА свідчить про різні екологічні умови розвитку особин плітки у річках Рівненщини. Зокрема, показник ЧАП оцінює якість водного середовища рр. Стубелка, Іква та Стир як умовно нормальну; рр. Горинь та Случ як початкові (незначні) відхилення від норми; р. Замчисько як суттєві (значні) відхилення від норми; р. Устя як критичну.

2. Встановлені підвищені рівні дисперсії асиметрії кількості зябрових тичинок на 1-й зябровій дузі та кількості лусок у бічній лінії на фоні відсутності тісних лінійних залежностей з індексами забруднення води річок.

3. Висока тіснота зв'язку між дисперсією ФА грудних плавців та індексами забруднення води відображує зменшення стабільності формування даної ознаки під впливом погіршення екологічного статусу гідроекосистем.

4. Наведені результати доводять можливість оцінки стану гідроекосистем річок за допомогою аналізу флюктууючої асиметрії плітки у подальшому, при чому від конкретних умов водного середовища, в першу чергу, залежить показник дисперсії ФА грудних плавців даного виду риб.

### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Баранов В.Ю. Исследование популяций рыб в условиях водных экосистем с различной степенью антропогенной загрузки / Баранов В.Ю. // Проблемы глобальной и региональной экологии. – Екатеринбург: 2003. – С. 6–9.  
*Baranov V.Yu. Issledovanie populyatsiy ryib v usloviyah vodnykh ekosistem s razlichnoy stepenyu antropogennoy zagruzki / Baranov V.Yu. // Problemyi globalnoy i regionalnoy ekologii. – Ekaterinburg: 2003. – S. 6–9.*
2. Боровков А.А. Глава 4. Числовые характеристики случайных величин; §5. Дисперсия / Боровков А.А. // Теория вероятностей. – 5-е изд. – М.: Либроком, 2009. – С. 93–94.  
*Borovkov A.A. Glava 4. Chislovyie harakteristiki sluchaynykh velichin; §5. Dispersiya / Borovkov A.A. // Teoriya veroyatnostey. – 5-e izd. – M.: Librokom, 2009. – S. 93–94.*
3. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. Утв. Госкомгидрометом СССР 22.09.1986 г. № 250-1163. – М., 1986. – 5 с.  
*Vremennyye metodicheskie ukazaniya po kompleksnoy otsenke kachestva poverhnostnykh i morskikh vod. Utv. Goskomgidrometom SSSR 22.09.1986 g. № 250-1163. – M., 1986. – 5 s.*
4. Гавриков Д.Е. Асимметрия билатеральных признаков позвоночных животных / Гавриков Д.Е. // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2007. – №2. – С. 26–28.  
*Gavrikov D.E. Asimmetriya bilateralnykh priznakov pozvonochnykh zhyvotnykh / Gavrikov D.E. // Byulleten VSNTs SO RAMN, 2007. – №2. – S. 26–28.*
5. Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб / Ю.Ю. Дгебуадзе. – М.: Наука, 2001. – 276 с.  
*Dgebuadze Yu.Yu. Ekologicheskie zakonomernosti izmenchivosti rosta ryib / Yu.Yu. Dgebuadze. – M.: Nauka, 2001. – 276 s.*



6. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход) / Захаров В.М. – М.: Наука, 1987. – 216 с.  
*Zaharov V.M. Asimmetriya zhivotnyih (populyatsionno-fenogeneticheskiy podhod) / Zaharov V.M. – M.: Nauka, 1987. – 216 s.*
7. Каленчук-Порханова А.А. Аппроксимация функций одной и многих переменных / Каленчук-Порханова А.А. // Численные методы для многопроцессорного вычислительного комплекса ЕС. – М.: Изд-во ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1987. – С. 366–395.  
*Kalenchuk-Porhanova A.A. Approksimatsiya funktsiy odnoy i mnogih peremennyih / Kalenchuk-Porhanova A.A. // Chislennyye metody dlya mnogoprotsesornogo vyichislitelnogo kompleksa ES. – M.: Izd-vo VVIA im. N.E. Zhukovskogo, 1987. – S. 366–395.*
8. Костылева Л.А. Оценка гомеостаза развития рыб нижнего Дона по показателю флуктуирующей асимметрии / Костылева Л.А., Пескова Т.Ю. // Естественные науки. Журнал фундаментальных и прикладных исследований. – 2011. – №3 (36). – С. 44–50.  
*Kostyleva L.A. Otsenka gomeostaza razvitiya ryib nizhnego Dona po pokazatelyu fluktuiruyushey asimmetrii / Kostyleva L.A., Peskova T.Yu. // Estestvennyie nauki. Zhurnal fundamentalnyih i prikladnyih issledovaniy. – 2011. – №3 (36). – S. 44–50.*
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин – Л.: Изд-во Ленинградского гос. ун-та, 1939. – 245 с.  
*Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryib / I.F. Pravdin – L.: Izd-vo Leningradskogo gos. un-ta, 1939. – 245 s.*
10. Романов Н.С. Флуктуирующая асимметрия лососей заводского и естественного воспроизводства / Романов Н.С. // Чтения памяти В.Я. Леванидова. – Владивосток: 2001. – С. 328–330.  
*Romanov N.S. Fluktuiruyushchaya asimmetriya lososey zavodskogo i estestvennogo vosproizvodstva / Romanov N.S. //*

- Chteniya pamyati V. Ya. Levanidova. – Vladivostok: 2001. – S. 328–330.*
11. Сондак В.В. До питання реабілітації умов відтворення аборигенної іхтіофауни та формування стійкості водного середовища у трансформованій річковій мережі Західного Полісся України / Сондак В.В. // *Рибогосподарська наука України. К.* – 2009. – 3(9). – С. 54–60.  
*Sondak V.V. Do pitannya reabilitatsiyi umov vidtvorenniya aborigennoyi ihtiofauni ta formuvannya stlykostI vodnogo seredovischa u transformovaniy richkovIy merezhI Zahidnogo Polissya Ukrayini / Sondak V.V. // Ribogospodarska nauka Ukrayini. K.* – 2009. – 3(9). – S. 54–60.
12. Щербуха А.Я. Іхтіофауна України у ретроспективі та сучасні проблеми збереження її різноманіття / Щербуха А.Я. // *Вісник зоології. К.* – 2004. – 38(3). – С. 3–18.  
*Scherbuha A.Ya. Ihtiofauna Ukrayini u retrospektivi ta suchasni problemi zberezhennya yiyi rIznomanittya / Scherbuha A.Ya. // Visnik zoologiyi. K.* – 2004. – 38(3). – S. 3–18.
13. Parsons P.A. Fluctuating asymmetry: an epigenetic measure of stress / Parsons P.A. // *Biol. Rev.* 1990. – V. 65. – P. 131–145.

## **FLUCTUATING ASYMMETRY ROACH IN RIVERS AT THE RIVNE REGION**

***O.A. Biedunkova, A.M. Petruk***  
***National University of Water Management and***  
***Nature Resources Use***  
***bedunkovaolga@mail.ru***

Like an indicators of the ecological status hidroekosystem can be fluctuating asymmetry (FA) representatives of ichthyofauna – minor non-directional deviations from bilateral symmetry in the structure of different morphological structures [3, 1].

The purpose of our study was to analyze the ecological status of rivers Rivne region fluctuating asymmetry measuring signs of roach as a species with a wide ecological plasticity.

In individuals trapped roach analyzed four bilateral measuring signs: the total number of rays in the pectoral (P) and pelvic fins (V), the number of gill rakers on 1-st gill arch (sp.br.) and the number of

scales in the lateral line to the end of the scaly cover (jj) [2]. The level of fluctuating asymmetry was assessed by a combined measure of asymmetric frequency of display attributes FAQ [3].

Additionally, for each sign, expected variance in asymmetry ( $\sigma^2$ ), which measures the extent of spread of a random variable, its deviation from expectation.

Consequently, fluctuations in the frequency of asymmetric manifestation varies from 0,1 to 0,76, with ranged of mean values from 0,2 to 0,53. FAQ Index assesses the quality of the aquatic environment's. Rivers Stubelka, Ikva and Sturh as deemed normal. Rivers Gorin and Sluch as the initial (small) deviation from the norm. River Zamchyskoh as the significant deviation from the norm; river Ustyа as the critical condition of aquatic environment's.

The highest variance dispersion in asymmetry was characteristic for sings roach as the number of gill rakers on 1st gill arch and the number of scales in the lateral line. The average values of this index in different rivers ranged respectively from 0,42 to 0,89 for sp.br. and from 0,27 to 0,73 for jj. Most research rivers dispersion asymmetry number of gill rakers on 1-st gill arch (sp.br.) had a marked dominance variance asymmetry in comparing with other features.

Distribution averages dispersion asymmetry in the total number of rays in the pectoral (P) and ventral (V) fins was much lower and ranged from 0,2 to 0,55 for P and from 0,22 to 0,45 for V.

In order to identify patterns of dispersion FA roach, we used the method of establishing the value of probability approximation. Closely dependent on the level of contamination of surface water was set to the total number of rays in the pectoral fins gossip ( $R^2 = 0,792$ ), which no doubt reflects the decrease in the stability of the formation of this trait influenced by the deterioration of ecological status hidroekosystem.

The values of probability approximation between the levels of pollution of surface waters and other indicators of dispersion asymmetry gossip did not exceed the value 0,48.

So, our results proved that is possible to assesse the state of hidroekosystem rivers by analyzing fluctuating asymmetry gossip,

with the specific conditions of the aquatic environment, in turn, depends index dispersion FA pectoral fins of this type of fish.