

Географія

DOI 10.32782/NSER/2023-2-14

УДК 405.453

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН БАСЕЙНУ РІЧКИ ЗДВИЖ І ШЛЯХИ ЙОГО ОПТИМІЗАЦІЇ

Басюк Тетяна Олександрівнакандидат географічних наук, доцент,
доцент кафедри геології та гідрології

Національного університету водного господарства та природокористування

ORCID ID: 0000-0003-2861-0460

Scopus author ID: 57210221063

Калько Андрій Дмитрович

доктор географічних наук, професор,

професор кафедри туризму та готельно-ресторанної справи

Національного університету водного господарства та природокористування

ORCID ID: 0000-0003-4526-5929

У статті висвітлено оцінку гідроекологічного стану басейну річки Здвиж з розробкою заходів щодо його покращення. В дослідженні використано комплекс взаємодоповнюючих методів дослідження: системного та порівняльного аналізу, математичний, статистичний, картографічний. Гідроекологічний стан басейну річки Здвиж було встановлено за рівнем антропогенного навантаження. Дослідження проведено за даними систематичних спостережень у межах басейну річки, із використанням системної моделі ієрархічної структури «Басейн малої річки». Дана модель здійснює класифікацію басейнів малих річок за ступенем діючих на них антропогенних навантажень і дає змогу простежити стан басейну річки за різними показниками в межах окремих підсистем (радіоактивного забруднення території; використання земель; використання річкового стоку; якості води). При розрахунку ступеня антропогенного навантаження на басейн річки Здвиж було виконано оцінку кількісних та якісних показників окремих підсистем. Встановлено, що за сукупністю усіх критеріїв екологічний стан басейну річки характеризується як «поганий». Для покращення гідроекологічного стану в басейні річки було запропоновано низку водоохоронних, які повинні бути екологічно спрямованими та комплексними, включати організаційно-господарські, агро-лісомеліоративні та технічні складові, що дозволить організувати спостереження за змінами показників екологічного стану території, встановити їх оптимальні значення та забезпечити оптимальні, безпечні для людини та довкілля умови життєдіяльності та господарської діяльності. Оцінка антропогенного навантаження на басейн річки є дуже важливою, насамперед для формування природоохоронної діяльності в межах річкового водозбору.

Ключові слова: річка, басейн річки, антропогенне навантаження, використання земель, річковий стік, якість води.

Basiuk T. O., Kalko A. D. Hydro-ecological state of the Zdvizh River basin and the ways of its optimization

The article covers the assessment of the hydro-ecological state of the Zdvizh River basin with the development of measures to improve it. The research used a set of complementary research methods: systematic and comparative analysis, mathematical, statistical, cartographic. The hydro-ecological condition of the Zdvizh River basin was determined by the level of anthropogenic load. The research was carried out according to systematic observations within the river basin, using the system model of the hierarchical structure "Basin of the small river". This model carries out the classification of basins of small rivers by the degree of acting anthropogenic loads on them and allows you to trace the state of the river basin according to various indicators within individual subsystems (radioactive contamination of the territory; use of land; the use of river drainage). When calculating the degree of anthropogenic load on the pool of the river, the river was performed by the quantitative and qualitative indicators of individual subsystems. It has been established that in a set of all criteria, the hydro-ecological state of the river basin is characterized as "bad". To improve the environmental state in the river basin, a number of water protection measures were proposed in substantiating which, first of all, it is taken into account that all measures carried out should be environmentally directed, wearing a comprehensive nature, include organizational and agricultural and technical components, which will allow to organize monitoring of changes Indicators of the ecological state of the territory, to establish their optimal significance and provide optimal, human and environmental conditions for life and economic activity.

Key words: river, river swimming pool, anthropogenic load, land use, river drain, water quality.

Вступ. Водні ресурси є критично важливим природним ресурсом, проте зростаючий вплив суспільства на природне середовище призводить до погіршення екологічного стану басейнів річок. Негативні наслідки інтенсивної господарської діяльності та нераціонального використання водних і земельних ресурсів у басейнах проявляються у формі забруднення та руйнування природних ландшафтів річкових долин та прилеглих територій. Розв'язання цих проблем вимагає оперативного контролю та ефективної реакції, що стає можливим лише за умови реальної оцінки антропогенного впливу на басейни річок та визначення допустимих меж господарського втручання в їхні екосистеми [1–4].

Особливо актуальні дані питання для басейнів малих річок, які виступають як індикатор стану довкілля, а також є основою для формування кількісних і якісних показників середніх і великих річок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з досліджуваної теми. Оцінці антропогенного навантаження з різних позицій присвячено низку наукових досліджень. Зокрема, в Україні вагомий внесок у дослідженнях різних аспектів антропогенного впливу на річки зробили: Л. Б. Бишовець, І. В. Гриб, П. І. Ковальчук, А. П. Чернявська, В. К. Хільчевський, А. В. Яцик.

Мета дослідження – оцінка гідроекологічного стану басейну річки Здвиж з розробкою заходів щодо його покращення. Об'єктом дослідження є басейн річки Здвиж.

Матеріали та методи. Для розв'язання визначених завдань та досягнення мети використано комплекс загальнонаукових та загально-географічних методів (системного та порівняльного аналізу, математичний, статистичний, картографічний та ін.). Оцінку екологічного стану басейну р. Здвиж було проведено на основі застосування критеріїв антропогенного навантаження (рис. 1).

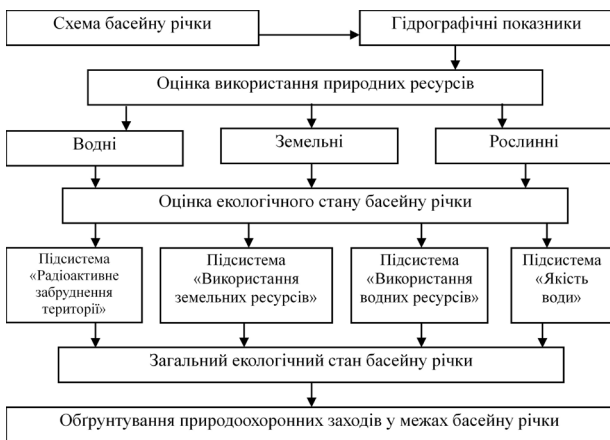


Рис. 1. Алгоритм визначення екологічного стану басейну р. Здвиж за рівнем антропогенного навантаження

Оцінку екологічного стану басейну р. Здвиж виконано відповідно до «Методики розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України» [5]. Побудована за екосистемним принципом логіко-математична модель ієрархічної структури (рис. 2) призначена для класифікації антропогенного стану в басейнах річок і складається з аналізу чотирьох підсистем (радіоактивне забруднення території; використання земель; використання річкового стоку; якість води) та басейну річки в цілому.

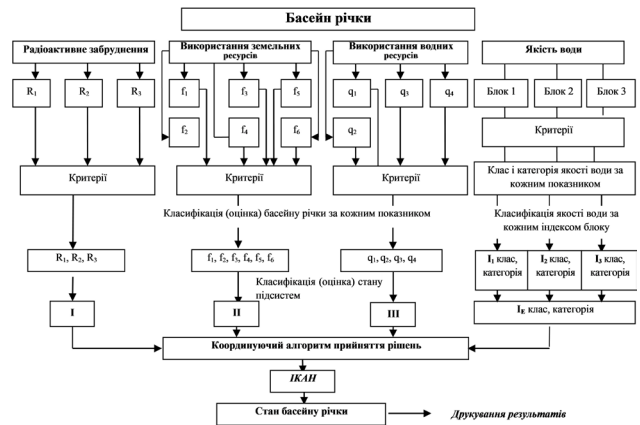


Рис. 2. Структурна схема системної логіко-математичної моделі і класифікації (оцінки) стану басейну малої річки

Кожна підсистема характеризується набором критеріїв і показників за порівнянням яких класифікують стан басейну річки відносно кожного показника, а за їхніми оцінками – усієї підсистеми. На верхньому рівні ієрархії знаходиться «Координуючий алгоритм прийняття рішень», де за оцінками нижнього рівня розраховується величина рівня антропогенного навантаження на басейн річки і оцінюється загальний екологічний стан басейну річки. В результаті оцінюють антропогенний стан басейну річки кількісно і якісно, тобто кожна кількісна оцінка має і якісну характеристику та навпаки [3; 5; 6].

На рисунку: R_1, R_2, R_3 – показники, що відображають рівні випромінювання цезію-137 (C_1), стронцію-90 (C_2) і плутонію-239 і 240 (C_3) в Ki/km^2 ; $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ – показники лісистості басейну річки, ступеня природного стану водозбору, сільськогосподарської освоєності басейну, розораності басейну, урбанізації території басейну в %, еродованості земель в т/га; q_1, q_2, q_3, q_4 – показники фактичного використання річкового стоку; безповоротного водоспоживання річкового стоку, скидання води в річкову мережу, скидання забруднених стічних вод у річкову мережу в %; I_1, I_2, I_3 – блок показників соляового складу води, трофо-сапробіологічними (еколого-санітарних) показників і показників вмісту у воді специфічних речовин токсичної дії; I_E – інтегральний екологіч-

ний індекс якості води; *ІКАН* – індукційний коефіцієнт антропогенного навантаження.

Важливою особливістю запропонованої системної моделі є те, що оцінка станів системи, підсистем у цій моделі виконується паралельно за двома напрямками – кількісним і якісним: оцінюється якісний стан показників підсистем, причому на множині станів окремих підсистем визначається кількісна міра, а на основі кількісних мір окремих підсистем визначається кількісна міра всієї системи [5].

Згідно з методикою [5] значення первинних показників підсистеми використання земельних і водних ресурсів було трансформовано в бали й надано якісну характеристику кожному з них. Згодом розраховано комплексний показник і визначено клас стану використання підсистеми. У підсумку, за оцінками стану всіх чотирьох підсистем визначено індукційний коефіцієнт антропогенного навантаження (*ІКАН*) та виконано загальну оцінку стану всієї системи басейну річки.

За величиною кількісної міри якісного стану всієї системи визначають такі стани басейну річки: «добрий», «зміни незначні», «задовільний», «поганий», «дуже поганий», «катастрофічний». Та чи інша оцінка стану басейну відображає ступінь антропогенного навантаження і реакцію екосистеми на це навантаження.

За такої структури моделі можна оцінити не лише загальний стан басейну річки, а й скласти уявлення про те, як зміни окремих показників підсистем впливають на стан всієї системи басейну в цілому. Застосування цієї моделі поширюється на малі і деякі середні річки. Загальні вимоги і єдині критерії, закладені в ній, є основою для здійснення водогосподарсько-екологічного району-

вання та з'ясування тенденцій змін екологічного стану басейнів великих річок [5; 6].

При розрахунку антропогенного навантаження за вихідні дані взято статистичну і картографічну інформацію Державного агентства водних ресурсів України; Державного земельного кадастру України; проекти внутрішньогосподарського землеустрою; матеріали ґрунтового обстеження земель і річок; технічну документацію по встановленню водохоронних зон і прибережних смуг річок і водойм; регіональні схеми протиерозійних заходів у басейні р. Здвиж, архівні матеріали, паспорт річки Здвиж.

Результати досліджень. Річка Здвиж належить до басейну Дніпра і є правою притокою р. Тетерів. Територія басейну річки розташована в межах Коростишівського, Брусилівського районах Житомирської та Макарівського, Бородянського й Іванківського районах Київської області. Загальна довжина річки 144 км (у межах Житомирської області – 30 км, Київської – 114 км), площа басейну – 1781 км². Коефіцієнт густоти гідрографічної мережі (без врахування річок з довжиною менше 10 км) складає 0,15 км/км². Падіння річки складає 6,9 м, похил 0,429 м/км. Норма стоку р. Здвиж складає 112 млн.м³, стік маловодних років забезпеченістю 75% і 95% – відповідно 67,8 і 34,7 млн.м³. Долина річки трапецієподібна, завширшки до 4 км, завглибшки до 25 м. Заплава у верхів'ї заболочена, ширина її до 1 км. Річище помірно звивисте, завширшки до 20 м, завглибшки (у межень) пересічно 1-2 м. Похил річки 0,59 м/км. Живлення змішане [7]. Гідрографічна мережа басейну р. Здвиж розвинута добре. Річка має 10 приток, довжиною більше 10 км (загальна довжина становить 125,66 км) [8]. Схему басейну р. Здвиж наведено на рис. 3.



Рис. 3. Схема басейну р. Здвиж

Територія басейну річки Здвиж тісно пов'язана з геологічною будовою, особливо в частині, що повністю розташована в межах Українського кристалічного щита. Тут рельєф місцевості визначають Придніпровська височина, Прироська рівнина та Київське плато. Басейн річки Здвиж розташований в геологічній структурі схилу Українського кристалічного масиву Дніпровсько-Донецької западини.

Результати виконаної оцінки екологічного стану басейну річки Здвиж за рівнем антропогенного навантаження наведено в табл. 1.

За відсутності радіоактивного забруднення на території басейну або у разі його незначної величини підсистема «Радіоактивне забруднення території» вилучається зі складу підсистем системної моделі [5].

Підсистема «Радіоактивне забруднення території». При відсутності радіоактивного забруднення на території басейну або в разі його незначної величини дана підсистема вилучається з системної моделі «Басейн малої (середньої) річки» [6]. За результатами аналізу даної підсистеми встановлено, що басейн р. Здвиж за щільністю радіоактивного забруднення належить до зони посиленого радіаційного контролю. Стан басейну класифікується як «задовільний».

Підсистема «Використання земельних ресурсів». Вихідними даними для оцінки стану використання земель басейну річки є показники: 1) лісистість; 2) ступінь природного стану; 3) сільгоспосвоєність; 4) розораність; 5) урбанізація; 6) еродованість (звив ґрунту) [7].

Аналізуючи показники даної підсистеми можна констатувати антропогенне навантаження на земельні ресурси внаслідок господарської діяльності на водозборі річки Здвиж. Порівнюючи фактичні показники використання земельних ресурсів у межах досліджуваного басейну з існуючими критеріями в розрізі природно-сільськогосподарського районування території України було встановлено наступне: за показником лісистості (20,42%) рівень використання земель оцінюється як «значний»; за ступенем природного стану (47,8%) – «значний»; за сільськогосподарською освоєністю басейну (56,8%) – «значний»; за розораністю (41,1%) – «значний»; за урбанізацією території (3,14%) – «вище норми»; за показником еродованості (4,0 т/га за рік) – «низький».

Загалом, за величиною ступеня узагальненого критерію стан підсистеми «Використання земель» в межах басейну річки Здвиж є «вкрай незадовільний».

Підсистема «Використання річкового стоку» призначена для оцінки екологічного стану басейну

Таблиця 1

Оцінка екологічного стану басейну річки Здвиж за рівнем антропогенного навантаження

Показник	Значення показника	Міра	Стан використання
Підсистема «Використання земельних ресурсів»			
Лісистість, %	20,42	-4	значний
Ступінь природного стану, %	47,8	-4	значний
Сільгоспосвоєність, %	56,8	-4	значний
Розораність, %	41,1	-4	значний
Урбанізація, %	3,14	-1	вище норми
Еродованість земель, т/га за рік	4,0	1	низький
Узагальнений стан підсистеми		-4	вкрай незадовільний
Підсистема «Використання річкового стоку»			
Фактичне використання річкового стоку, %	10,7	0	близький до норми
Безповоротне водоспоживання, %	12,2	-1	вище норми
Скид стічних вод у річкову мережу, %	1,3	1	низький
Скид забруднених стічних вод, %	0,4	1	низький
Узагальнений стан підсистеми		-1	поганий
Підсистема «Якість води» за найгіршими показниками			
Індекс забруднення компонентами сольового складу, I_1	1,3	3	дуже чисті
Трофо-сапробіологічний індекс, I_2	4,0	0	слабко забруднені
Індекс специфічних речовин токсичної дії, I_3	5,0	-1	помірно забруднені
Інтегральний екологічний індекс, I_E	3,4	0	досить чисті
Узагальнений стан підсистеми		1	II клас, чисті
Загальний екологічний стан басейну річки			
Коефіцієнт антропогенного навантаження ІКАН		-0,9	стан басейну: «поганий»

річки за ступенем антропогенного навантаження на її водні ресурси.

У результаті аналізу основних показників, що входять до складу цієї підсистеми, встановлено, що показник фактичного використання річкового стоку (10,7%) є «близький до норми»; безповоротного водоспоживання річкового стоку (12,2%) – «вище норми»; скидання води в річкову мережу (1,3%) – «низький»; скидання забруднених стічних вод у річкову мережу (0,4%) – «низький». В результаті оцінки узагальненого критерію він визнаний як «поганий».

Підсистема «Якість води» призначена для екологічної оцінки якості поверхневих вод і класифікації стану басейну річки за рівнем антропогенного забруднення води. Джерелами інформації для розрахунків були гідрохімічні щорічні гідрометеорологічної служби Міністерства енергетики та захисту довкілля України, дані гідрохімічних лабораторій Державного агентства водних ресурсів України, районних і обласних санітарно-епідеміологічних станцій.

Комплекс показників для визначення класу і категорії якості поверхневих вод в басейнах річок включає загальні та специфічні показники, які відповідно до методики групують за трьома блоками: показників сольового складу (блок 1); трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників (блок 2); показників змісту специфічних речовин токсичної дії (блок 3). Розрахунок показників кожного блоку був проведений по найгірших їх значеннях. За результатами досліджень якість води в річки Здвиж відповідає II класу якості води («добрі») за станом, «досить чисті» за ступенем чистоти). У цілому за даною підсистемою води в р. Здвиж характеризуються як «чисті». Присутнє природне забруднення річки органічними сполуками і залізом загальним.

За результатами комплексної оцінки всіх підсистем басейну річки встановлено індукційний коефіцієнт антропогенного навантаження (ІКАН). Для басейну річки Здвиж його значення склало -0,9, що характеризує екологічний стан басейну річки, як «поганий».

З метою запобігання погіршення екологічного стану у басейні р. Здвиж насамперед необхідно влаштувати водоохоронні зони; контролювати якість поверхневих та підземних вод; не допускати деградацію сільськогосподарських земель тощо [3; 9]. У подальшому потрібно звернути особливу увагу на використання земель у межах басейну р. Здвиж і забруднення її поверхневих вод.

Метою заходів боротьби із забрудненням є покращення стану водного середовища водних об'єктів із помірним або низьким станом, а також попередити погіршення стану водного середовища на ділянках із хорошим і дуже хорошим станом води. По-перше необхідно проведення заходів із покращення, по-друге – розробка комплексу охоронних заходів.

Для поліпшення екологічного стану в басейні річки Здвиж та забезпечення раціонального використання водних ресурсів і запобігання забрудненню поверхневих вод, було розроблено комплекс водоохоронних заходів (див. рис. 4). Під час їх обґрунтування враховано, що всі заходи повинні мати пріоритетну екологічну спрямованість, бути комплексними за своєю суттю, і включати організаційно-господарські, агро-лісомеліоративні та технічні компоненти. Це дозволяє встановити моніторинг змін екологічного стану території, визначити оптимальні значення показників та забезпечити створення оптимальних та безпечних умов для людини та довкілля, сприяючи життєдіяльності та господарській діяльності.

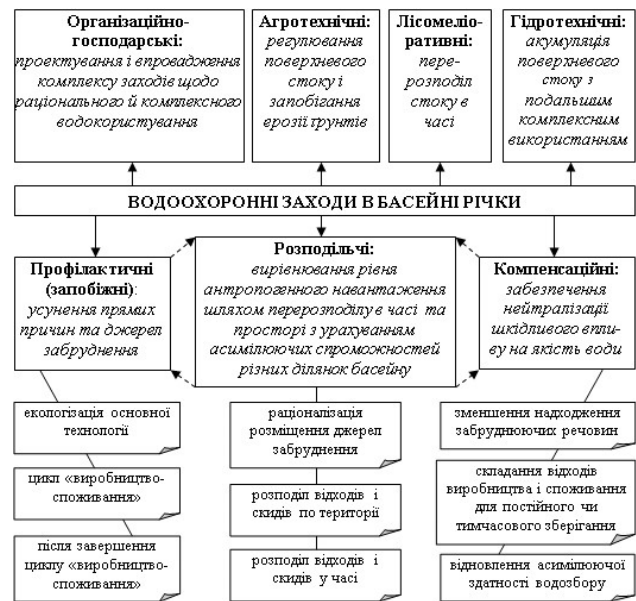


Рис. 4. Алгоритм проведення природоохоронних заходів у межах басейну р. Здвиж

Висновки та перспективи подальших пошуків у даному напрямі.

Висновки проведеної оцінки гідроекологічного стану басейну річки Здвиж, з урахуванням рівня антропогенного навантаження, свідчать про загальний "поганий" екологічний стан. Оцінка антропогенного впливу на басейн річки виявляється ключовою для формування природоохоронної стратегії в межах річкового водозбору.

Це відкриває шлях для подальших досліджень малих річок України, зосереджених на детальній оцінці екологічного стану їх басейнів і впровадженні водогосподарсько-екологічного районування в цих регіонах. Такий підхід сприятиме координації зусиль управлінських структур та підприємств для розробки та впровадження загальнобасейнових і територіальних заходів, спрямованих на покращення та відновлення порушеного стану природних систем річкових басейнів, а також забезпечення екологічно безпечних умов для населення та збереження річкових екосистем.

Література:

1. Яцик А. В. Водогосподарська екологія. Київ : Генеза, 2004. № 4. 480 с.
2. Кирилук О. В. Оцінка перетвореності малих річкових басейнів як крок до визначення антропогенних змін гідроморфологічних умов. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. 18. С. 283-289.
3. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р., Кравчинський Р. Л., Чунарьов О. В. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник. К., 2015. 172 с.
4. Gopchak I., Basiuk T., Bialyk I., Pinchuk O., Gerasimov I., 2019. Dynamics of changes in surface water quality indicators of the Western Bug River basin within Ukraine using GIS technologies. *Journal of Water and Land Development*. No. 42. P. 67–75.
5. Методика розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / Яцик А. В. та ін. К., 2007. 67 с.
6. Яцик А. В., Гопчак І. В., Пашенюк І. А., Басюк Т. О. Наукові засади нормування антропогенного навантаження річкових басейнів. «*ЕТЕВК-2015*» : збірка доповідей Міжнародного Конгресу (Україна м. Іллічівськ, 8-12 червня 2015 р.). Київ : ТОВ «ПРАЙМ-ПРІНТ». С. 314–322.
7. Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Водний фонд України : довідковий посібник, Київ : Ніка-Центр, 2001. 392 с.
8. Басюк Т.О., Волкова Л.А., Гопчак І.В. Оцінка рівня антропогенного навантаження на басейн річки Здвиж. Перспективи розвитку науки, освіти та технологій в контексті євроінтеграції: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 18 серпня 2022 р.). Полтава: ЦФЕНД, 2022. С. 75-77.
9. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*. EN. 22.12.2000. L. 327. P. 1–72.

References:

1. Yatsyk A. V. (2004) Vodohospodarska ekolohiia [Water management ecology]. Kyiv : Heneza, № 4. 480 s. [in Ukrainian].
2. Kyryliuk O. V. (2010) Otsinka peretvorenosti malykh richkovykh baseiniv yak krok do vyznachennia antropohennykh zmin hidromorfolohichnykh umov [Assessment of the transformation of small river basins as a step towards determining anthropogenic changes in hydromorphological conditions]. *Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia*. T. 18. S. 283-289. [in Ukrainian].
3. Khilchevskiy V. K., Zabokrytska M. R., Kravchynskiy R. L., Chunarov O. V. (2015) Osnovni zasady upravlinnia yakistiu vodnykh resursiv ta yikhnia okhorona [Basic principles of water resources quality management and their protection]: navch. Posibnyk. K., 172 s. [in Ukrainian].
4. Gopchak I., Basiuk T., Bialyk I., Pinchuk O., Gerasimov I. (2019). Dynamics of changes in surface water quality indicators of the Western Bug River basin within Ukraine using GIS technologies. *Journal of Water and Land Development*. No. 42 p. 67–75.
5. Metodyka rozrakhunku antropohennoho navantazhennia i klasyfikatsii ekolohichnoho stanu baseiniv malykh richok Ukrainy [Methodology for calculating the anthropogenic load and classification of the ecological state of the basins of small rivers of Ukraine] / Yatsyk A. B. ta in. K., 2007. 67 s. [in Ukrainian].
6. Yatsyk A. V., Hopchak I. V., Pasheniuk I. A., Basiuk T. O. (2015) Naukovi zasady normuvannia antropohennoho navantazhennia richkovykh baseiniv [Scientific principles of normalization of anthropogenic load of river basins]. «*ЕТЕВК-2015*» : zbirka dopovidei Mizhnarodnoho Konhresu (Ukraina m. Illichivsk, 8-12 chervnia 2015 r.). Kyiv : TOV «PRAIM-PRINT». S. 314–322. [in Ukrainian].
7. Palamarchuk M. M., Zakorchевна N. B. (2001) Vodnyi fond Ukrainy [Water Fund of Ukraine] : dovidkovyi posibnyk, Kyiv : Nika-Tsentr, 392 s. [in Ukrainian].
8. Basiuk T.O., Volkova L.A., Hopchak I.V. (2022) Otsinka rivnia antropohennoho navantazhennia na basein richky Zdvyzh [Assessment of the level of anthropogenic load on the Zdvizh river basin]. *Perspektyvy rozvytku nauky, osvity ta tekhnolohii v konteksti yevrointehratsii: zbirnyk tez dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (Poltava, 18 serpnia 2022 r.). Poltava: TsFEND, S. 75-77 [in Ukrainian].
9. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*. EN. 22.12.2000. L. 327. P. 1–72.