

Гопчак І. В., д.т.н., доцент, Басюк Т. О., к.геогр.н., доцент
(Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне, i.v.hopchak@nuwm.edu.ua ;
t.o.basyuk@nuwm.edu.ua)

ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА БАСЕЙН РІЧКИ ЛИПА

Виконано оцінку антропогенного навантаження та визначено екологічний стан басейну малої річки Липа відповідно до Методики розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України. Розрахунок виконано користуючись логіко-математичною моделлю «Басейн малої річки», за чотирма самостійними моделями основних підсистем басейну річки: радіоактивне забруднення території, використання земель, використання річкового стоку, якість води. Оцінено кількісно та якісно антропогенний стан за різними показниками чотирьох підсистем для класифікації екологічного стану басейну річки. За результатами комплексної оцінки усіх підсистем басейну річки було встановлено індукційний коефіцієнт антропогенного навантаження (ІКАН), який класифікує екологічний стан басейну малої річки Липа як «дуже поганий».

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

Постановка проблеми. Зростаючий вплив господарської діяльності на навколишнє природне середовище призводить до значного погіршення екологічного стану всіх його компонентів, зокрема водних об'єктів. Найуразливішими є річки, оскільки вони використовуються для потреб промисловості, сільського та комунального господарства, а також водночас є пунктами скидання стічних вод. Це призводить до порушення екологічної рівноваги в басейнах річок і виникнення низки водогосподарсько-екологічних проблем таких, як забруднення водойм, руйнування природних ландшафтних комплексів річкових долин і прилеглих територій тощо.

Басейн річки є індикатором стану навколишнього середовища,

обумовленого рівнем антропогенного навантаження на складові його ландшафтних комплексів. Сучасні підходи до вивчення антропогенного впливу на водозборах і в річкових долинах ґрунтуються на екосистемному або басейновому підході і полягають в комплексній оцінці використання водних, а також земельних ресурсів, структури ландшафтів і їх забруднення [1–5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оцінці антропогенного навантаження з різних позицій присвячено низку наукових досліджень. Вагомий внесок у дослідження різних аспектів антропогенного впливу на річки зробили: В. Гребінь, І. Гриб, Ю. Гуцуляк, А. Канащ, П. Ковальчук, В. Хільчевський, А. Яцик.

Мета дослідження – оцінка антропогенного навантаження та визначення екологічного стану басейну річки Липа.

Методика проведення досліджень. У дослідженні були використані відкриті джерела інформації Міністерства екології та природних ресурсів України, Державного агентства водних ресурсів України, матеріали рекогносцирувальних досліджень Українського науково-дослідного інституту водогосподарських проблем (УНДІВЕР), архівні матеріали, паспорт річки Липа. Вихідна інформація була згрупована, систематизована та сформована у відповідні бази даних за напрямом досліджень.

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. Липа було проведено на основі застосування критеріїв антропогенного навантаження. Алгоритм досліджень наведено на рис. 1.

Розрахунок антропогенного навантаження і оцінку його впливу на екологічну систему р. Липа виконано за результатами класифікації стану основних природних систем (земельних і водних ресурсів, якості води за хімічними, токсикологічними, бактеріологічним і радіаційним забрудненням тощо).

Аналіз екологічної ситуації на території басейну р. Липа, здійснювався за «Методикою розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України» [6].

Логіко-математична модель ієрархічної структури (рис. 2), побудована за екосистемним принципом, дозволяє простежити стан

басейнів річок за різними показниками в розрізі окремих підсистем:

- 1) «Радіоактивне забруднення території»;
- 2) «Використання земель»;
- 3) «Використання річкового стоку»;
- 4) «Якість води».

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 [5–7].

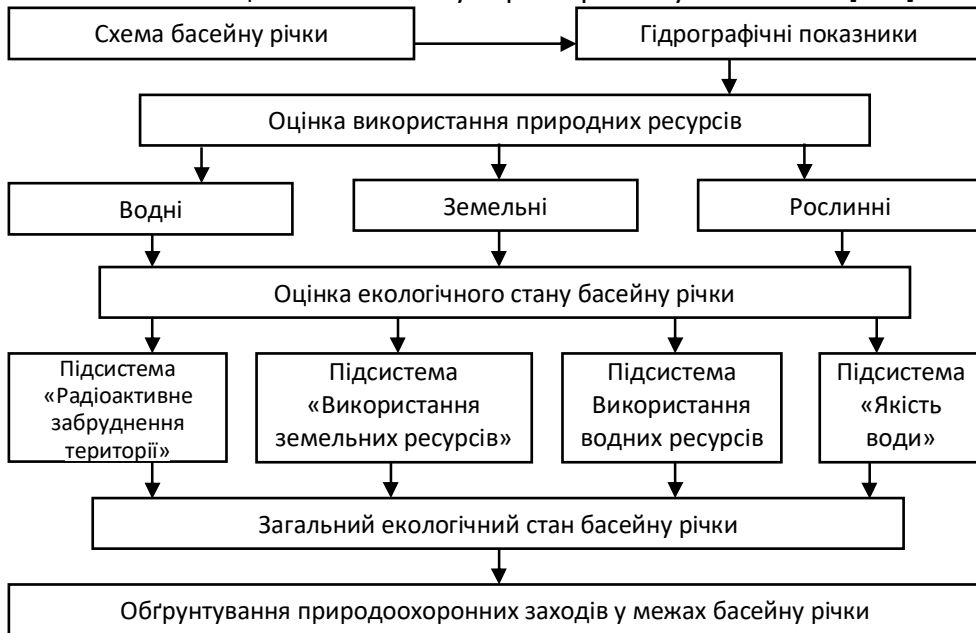


Рис. 1. Алгоритм визначення екологічного стану басейну р. Липа за рівнем антропогенного навантаження

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 $\text{Ки}/\text{км}^2$; 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 (повного) 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 сольового складу води, трофо-сапробіологічними (еколого-санітарних) показників і показників вмісту у воді специфічних речовин токсичної дії; I_E – інтегральний екологічний індекс якості води; $ИКАН$ – 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.

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 районування та з'ясування тенденцій змін екологічного стану басейнів великих річок [6; 7].

При відсутності радіоактивного забруднення на території басейну або в разі його незначної величини, підсистема «Радіоактивне забруднення території» вилучається з системної моделі «Басейн малої (середньої) річки» і розрахунки антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейну річки виконують з підсистемами «Використання земель», «Використання річкового стоку» і «Якість води» [6].

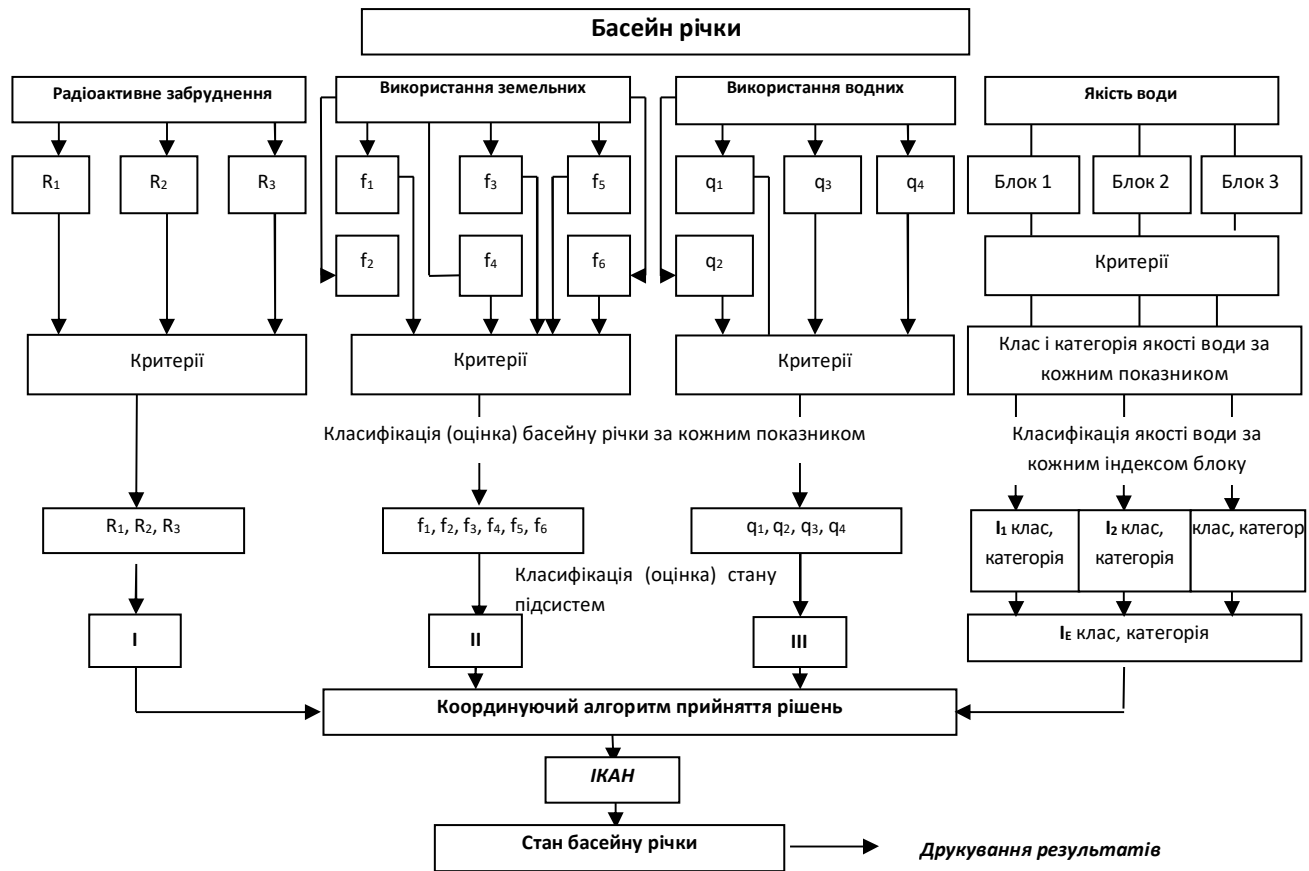


Рис. 2. Структурна схема системної логіко-математичної моделі і класифікації (оцінки) стану басейну малої річки

Виклад основного матеріалу. Річка Липа (Гнила Липа) є лівою притокою р. Стир (басейн Дніпра). Протікає річка у межах Горохівського району Волинської області. Тече в межах Горохівської височини переважно на схід. Впадає до Стиру (в Хрінницьке водосховище) в селі Липа.

Довжина річки становить 43 км, площа водозбірного басейну – 538 км². Вона має дві притоки: річки Безіменка (ліва), Горохівка (права). Долина трапецієподібна, завширшки до 5 км. Заплава річки заболочена, завширшки від 50 м до 2,5 км. Річище помірно звивисте, завширшки 5–8 м; його пересічна глибина 1,2 м. Похил річки 0,77 м/км [8–10].

За гідрологічним режимом басейн річки належить до мішаного типу з переважанням снігового живлення. На дощове і снігове живлення припадає до 70%, частка підземного живлення становить 30%. Особливість режиму річки проявляється в коливаннях рівнів води та їх розливом у весняний і літньо-осінній періоди [9–10].

Підсистема «Радіоактивне забруднення території». Аналізуючи дані щодо радіоактивного забруднення поверхневих вод басейну р. Липа, встановлено, що кількісні значення питомої активності ¹³⁷Cs (2,0 пКи / л) і ⁹⁰Sr (0,17 пКи / л) не перевищували встановлені допустимі рівні вмісту радіонуклідів (ДР-2006 [11]). За результатами аналізу «Радіоактивне забруднення території» встановлено, що басейн р. Липа станом радіоактивного забруднення площі водозбору оцінюється «задовільно».

Підсистема «Використання земель». Вихідними даними для оцінки стану використання земель басейну річки є показники: 1) лісистість – відношення сумарної площі лісів, лісосмуг та деревно-чагарникової рослинності до загальної площі басейну річки; 2) ступінь природного стану – відношення сумарної площі угідь, що знаходяться у природному стані (боліт, водних територій, лісів, захисних водоохоронних насаджень, заповідних територій), а також угідь близьких до нього (пасовищ, сіножатей) до загальної площі басейну річки; 3) сільгоспосвоєність – відношення сумарної площі всіх сільгоспугідь до загальної площі басейну річки; 4) розораність – відношення площі орних земель, включаючи ниву з категорії присадибних земель, сади, городи до загальної площі басейну річки; 5) урбанізація – відношення площі земель населених пунктів, промисловості, транспорту до загальної площі басейну; 6) еродованість (змив ґрунту) – визначається на підставі обстеження

ґрунтів території басейну [12].

Аналізуючи показники даної підсистеми, можна констатувати антропогенне навантаження на земельні ресурси внаслідок господарської діяльності на водозборі р. Липа. Порівнюючи фактичні показники використання земельних ресурсів у межах досліджуваного басейну з існуючими критеріями в розрізі природно-сільськогосподарського районування території України було встановлено, що за показником лісистості (10,4%), ступенем природного стану (24,1%), сільськогосподарською освоєністю басейну (76,80%), розораністю (67,6%) та показником еродованості (33,3 т/га) рівень використання земель оцінюється як «незадовільний». Лише за показником урбанізації території (1,7%) рівень використання земель оцінюється як «добрий».

Загалом, за величиною ступеня узагальненого критерію стан підсистеми «Використання земель» в межах басейну р. Липа є «вкрай незадовільний» (величина ступеня становить – (-3,2)).

Підсистема «Використання річкового стоку» призначена для оцінки екологічного стану басейну річки за ступенем антропогенного навантаження на її водні ресурси. Джерелом інформації для визначення фактичних величин річкового стоку були дані державної статистичної звітності за формою 2 ТП-водгосп Волинського обласного управління водних ресурсів, каталоги водокористування, паспорт малої річки.

В результаті аналізу основних показників, що входять до складу цієї підсистеми, (показник фактичного використання річкового стоку, безповоротного водоспоживання річкового стоку, скидання води в річкову мережу, скидання забруднених стічних вод у річкову мережу) встановлено, що за загальним критерієм оцінки узагальненого критерію стан даної підсистеми оцінений як «задовільний» (величина ступеня – (+1,4)).

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 щорічники 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 [12; 13]: 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 за найгіршими їхніми значеннями.

За результатами досліджень якості води в р. Липа відповідає VI класу якості води. У цілому за підсистемою «Якість води» вода в р. Липа характеризується як «дуже брудна» (величина ступеня становить – (-4,0)). Присутнє природнє забруднення річки органічними сполуками і залізом загальним.

За результатами комплексної оцінки всіх підсистем басейну річки встановлено індукційний коефіцієнт антропогенного навантаження (ІКАН). Для басейну р. Липа його значення склало – (-2,68), що відповідає «дуже поганому» екологічному стану басейну річки.

З метою запобігання погіршення екологічного стану у басейні р. Липа насамперед необхідно влаштувати водоохоронні зони; контролювати якість поверхневих та підземних вод; не допускати деградацію сільськогосподарських земель тощо [12–15].

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 покращення екологічного стану в басейні р. Липа, а також з метою подальшого раціонального використання, запобігання і ліквідації забруднення поверхневих вод річки було обґрунтовано низку водоохоронних заходів. При їх обґрунтуванні було враховано те, що усі проведені заходи насамперед повинні бути екологічно спрямованими, носити комплексний характер, включати організаційно-господарські, агролісомеліоративні 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.

Висновок. Згідно з проведеним дослідженням, екологічний стан басейну р. Липа характеризується «дуже поганим». В подальшому

потрібно звернути особливу увагу на використання річкового стоку і забруднення поверхневих вод досліджуваної річки. Для раціонального використання, запобігання і ліквідації забруднення поверхневих вод р. Липа всі проведені заходи повинні бути екологічно спрямованими.

Незважаючи на всю складність питання про нормування антропогенного навантаження на басейни річок, саме логіко-математична модель «Басейн малої річки» дозволяє встановити для кожної річки допустиму величину навантаження, які не призведуть до втрати самоочисної здатності її екосистеми. Усе це окреслює перспективу подальших досліджень малих річок України, які мають бути зосереджені на питаннях детальної оцінки екологічного стану їх басейнів, а також проведення водогосподарсько-екологічного районування в басейнах малих річок. Це сприятиме концентрації зусиль усіх об'єктів управління і господарювання для розробки та реалізації загальнобасейнових і територіальних заходів з метою покращення та відновлення порушеного природного стану басейнів річок та забезпечення екологічно безпечних умов проживання населення і збереження річкових екологічних систем.

Результати дослідження можуть бути використані для створення територіальних програм охорони і відтворення екологічного стану малих річок, в тому числі їхніх водних ресурсів, а також при розробці державних програм «оздоровлення» басейнів транскордонних річок.

1. Яцик А. В. Водогосподарська екологія. Київ : Генеза, 2004. № 4. 480 с.
2. Васенко О. Г., Верниченко-Цветков Д. Ю., Коваленко М. С., Ковалева О. М., Поддашкін О. В. Екологічна оцінка стану поверхневих вод України з урахуванням регіональних гідрохімічних особливостей. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки* : зб. наук. праць / УкрНДІЕП. Х. : ВД «Райдер», 2010. Вип. XXXII. С. 36–53.
3. Кирилюк О. В. Історія становлення басейнового підходу у географії та екологічному руслознавстві. *Наук. випуски Вінницьк. держ. пед. ун-ту ім. Михайла Коцюбинського. Сер. Географія*. Вінниця, 2007. Вип. 14. С. 40–47.
4. Будз М. Д. Антропогенний фактор в формуванні гідрологічного режиму малих річок Західного Полісся України. *Вісник УДУВГП*. Ч. 5. *Гідротехнічні споруди, гідравліка. Гідрологія та гідроенергетика*. Рівне, 2002. Вип. 5(18). С. 10–16.
5. Гопчак І. В. Аналіз антропогенного навантаження на басейни малих річок Українського Полісся. *Геодезія. Землеустрій. Природокористування: присвячується пам'яті П. Г. Черняги* : зб. тез Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Рівне, 9–10 листопада 2016 р.). Рівне : НУВГП, 2016. С. 119–121.
6. Методика

розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / Яцик А. В. та ін. К., 2007. 67 с. **7.** 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-ПРИНТ». С. 314–322. **8.** Паспорт річки Липа / Ін-т «Волиньводпроект». Луцьк, 1999. 72 с. **9.** Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Водний фонд України : довідковий посібник, Київ : Ніка-Центр, 2001. 392 с. **10.** Малі річки України : довідник / за ред. А. В. Яцика. К. : Урожай, 1991. 296 с. **11.** ДГН 6.6.1-130-2006. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (наказ МОЗ від 03.05.2006 р. № 256). **12.** Досвід використання «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (пояснення, застереження, приклади) / Яцик А. В. та ін. К. : Оріяни, 2006. 60 с. **13.** 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. Pp. 1–72. **14.** Геоекологія річково-басейнової системи верхнього Дністра : монографія / О. В. Пилипович, І. П. Ковальчук ; за редакцією професора І. П. Ковальчука. Львів-Київ : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 284 с. **15.** Васенко О. Г., Верніченко Г. А. Комплексне планування та управління водними ресурсами : монографія. К., 2001. 367 с.

REFERENCES:

1. Yatsyk A. V. Vodohospodarska ekolohiia. Kyiv : Heneza, 2004. № 4. 480 s.
2. Vasenko O. H., Vernychenko-Tsvetkov D. Yu., Kovalenko M. S., Kovaleva O. M., Poddashkin O. V. Ekolohichna otsinka stanu poverkhnevyykh vod Ukrainy z urakhuvanniam rehionalnykh hidrokhimichnykh osoblyvostei. *Problemy okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha ta ekolohichnoi bezpeky* : zb. nauk. prats / UkrNDIEP. Kh. : VD «Raider», 2010. Vyp. XXXII. S. 36–53.
3. Kyryliuk O. V. Istoriiia stanovlennia baseinovoho pidkhodu u heohrafii ta ekolohichnomu rusloznavstvi. *Nauk. vypysky Vinnytsk. derzh. ped. un-tu im. Mykhaila Kotsiubynskoho. Ser. Heohrafiia*. Vinnytsia, 2007. Vyp. 14. S. 40–47.
4. Budz M. D. Antropohennyi faktor v formuvanni hidrolohichnoho rezhymu malykh richok Zakhidnoho Polissia Ukrainy. *Visnyk UDUVHP. Ch. 5. Hidrotekhnichni sporudy, hidravlika. Hidrolohiia ta hidroenerhetyka*. Rivne, 2002. Vyp. 5(18). S. 10–16.
5. Hoptchak I. V. Analiz antropohennoho navantazhennia na baseiny malykh richok Ukrainskoho Polissia. *Heodeziia. Zemleustrii. Pryrodokorystuvannia: prysviachuietsia pamiaty P. H. Cherniaky* : zb. tez Vseukr. nauk.-prakt. konf. (m. Rivne, 9–10 lystopada 2016 r.). Rivne : NUVHP, 2016. S. 119–121.
6. Metodyka rozrakhunku antropohennoho navantazhennia i klasyfikatsii ekolohichnoho stanu baseiniv malykh richok Ukrainy /

Yatsyk A. B. ta in. K., 2007. 67 s. **7.** Yatsyk A. V., Hopchak I. V., Pasheniuk I. A., Basiuk T. O. Naukovi zasady normuvannya antropohennoho navantazhennia richkovykh baseiniv. «*EDEVK-2015*» : zbirka dopovidei Mizhnarodnoho Konhresu (Ukraina m. Illichivsk, 8–12 chervnia 2015 r.). Kyiv : TOV «PRAIM-PRINT». S. 314–322. **8.** Pasport richky Lypa / In-t «Volynvodproekt». Lutsk, 1999. 72 s. **9.** Palamarchuk M. M., Zakorchevna N. B. Vodnyi fond Ukrainy : dovidkovyi posibnyk, Kyiv : Nika-Tsentr, 2001. 392 s. **10.** Mali richky Ukrainy : dovidnyk / za red. A. V. Yatsyka. K. : Urozhai, 1991. 296 s. **11.** DHN 6.6.1-130-2006. Dopustymi rivni vmistu radionuklidiv ¹³⁷Cs ta ⁹⁰Sr u produktakh kharchuvannya ta pytnii vodi (nakaz MOZ vid 03.05.2006 r. № 256). **12.** Dosvid vykorystannia «Metodyky ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymy katehoriiami» (poiasnennia, zasterezhennia, pryklady) / Yatsyk A. V. ta in. K. : Oriiany, 2006. 60 s. **13.** 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. Pp. 1–72. **14.** Heoekolohiia richkovo-baseinovoi systemy verkhnoho Dnistra : monohrafiia / O. V. Pylypovych, I. P. Kovalchuk ; za redaktsiieiu profesora I. P. Kovalchuka. Lviv-Kyiv : LNU imeni Ivana Franka, 2017. 284 s. **15.** Vasenko O. H., Vernichenko H. A. Kompleksne planuvannya ta upravlinnia vodnymy resursamy : monohrafiia. K., 2001. 367 s.

Gopchak I. V., Doctor of Engineering, Associate Professor, Basiuk T. O., Candidate of Geographical Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC LOAD ON THE LYPA RIVER BASIN

A comprehensive assessment of anthropogenic loading and the ecological status of the small river Lypa basin has been conducted. Calculations were performed based on the classification of key natural systems, including land and water resources, and water quality in terms of chemical, toxicological, bacteriological, and radiological contamination. The logic-mathematical model "Small River Basin" was applied, allowing the evaluation of the river basin's condition across various indicators within separate subsystems, such as radioactive contamination of the territory, land use, river discharge, and water quality. A distinctive feature of this model is the simultaneous assessment of the system and subsystems in two directions – quantitative and qualitative. The results of

the assessment of anthropogenic loading identify aspects requiring attention and regulation for the preservation and restoration of the ecological state of the river basin. They indicate that the anthropogenic loading and ecological condition of the Lypa river correspond to a "very poor" ecological state of the basin, emphasizing the need for careful monitoring and regular surveillance. To prevent deterioration of the ecological state in the Lypa river basin, it is necessary to establish water protection zones; monitor the quality of surface and groundwater; and prevent the degradation of agricultural lands, among other measures. A series of water protection measures have been justified to improve the ecological state in the river basin and for further rational utilization, as well as prevention and elimination of surface water pollution. The findings of the study can be utilized in the development of territorial conservation and restoration programs for the ecological state of small rivers, particularly their water resources.

***Keywords:* river basin; anthropogenic loading; land use; river runoff; water quality.**
