

**Гопчак І. В., к.геогр.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне); **Басюк Т. О., к.геогр.н., доцент** (Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, м. Рівне), **Ковальов І. О.** (Державне агентство водних ресурсів України, м. Київ)

## 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». Кількісно та якісно оцінено антропогенний стан за різними показниками чотирьох підсистем для класифікації екологічного стану басейну річки (радіоактивне забруднення території, використання земель, використання річкового стоку, якість води). За результатами комплексної оцінки усіх підсистем басейну річки встановлено індукційний коефіцієнт антропогенного навантаження (ІКАН), який класифікує екологічний стан басейну малої річки Липа як «дуже поганий». Запропоновано водоохоронні заходи щодо поліпшення екологічного стану басейну річки Липа.

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

**Постановка проблеми.** Інтенсивна господарська діяльність у басейні будь-якої річки значно впливає на кількісні та якісні показники її стану та призводить до певних антропогенних навантажень. У результаті такої діяльності та нераціонального використання водних і земельних ресурсів у басейнах малих річок виникають проблеми, пов'язані із забрудненням, руйнуванням природних ландшафтних комплексів річкових долин та прилеглих територій, інженерною перебудовою русел та заплав унаслідок меліоративних робіт. Усі ці зміни в басейнах річок потребують оперативного контролю та реагування, що можливе лише за умови проведення реальної оцінки рівня антропогенного навантаження на басейни річок та визначення меж допустимого господарського втручання в їх екосистему [1–6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Оцінці антропогенного навантаження з різних позицій присвячено низку наукових досліджень. Зокрема, в Україні вагомий внесок у дослідження 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 екологічного стану басейну р. Липа на основі застосування критеріїв антропогенного навантаження.

**Методика проведення досліджень.** Розрахунок антропогенного навантаження та оцінка екологічного стану басейну малої р. Липа виконано відповідно до «Методики розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України» [7]. Побудована за екосистемним принципом логіко-математична модель ієрархічної структури (рисунок) 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.

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; 8].

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 (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.

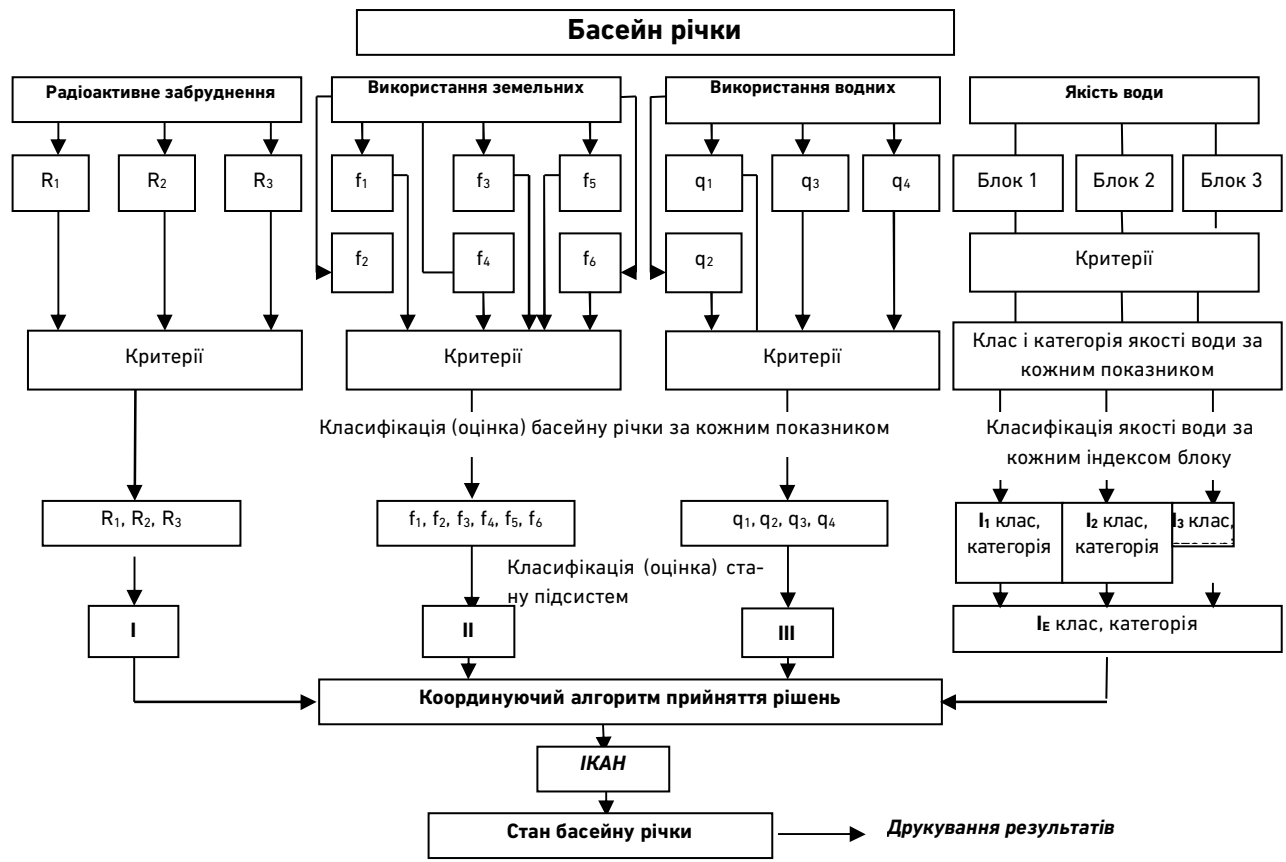


Рисунок. Структурна схема системної логіко-математичної моделі і класифікації (оцінки) стану басейну малої річки

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 [7].

Згідно з методикою [7] 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 за відповідною шкалою визначено клас стану використання підсистеми. У підсумку, за оцінками стану всіх чотирьох підсистем визначено індукаційний коефіцієнт 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 районування та з'ясування тенденцій змін екологічного стану басейнів великих річок [7; 8].

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 водоохоронних зон і прибережних смуг річок і водойм; регіональні схеми протиерозійних заходів у басейні річки Липа.

**Виклад основного матеріалу.** Річка Липа є лівою притокою р. Стир (басейн Дніпра). Територія басейну річки розташована в межах Горохівського району Волинської області. Площа басейну річки становить 538 км<sup>2</sup>, довжина – 43 км, похил – 0,77 м/км. Річище помірно звивисте. Ширина річища від 5 до 8 м, пересічна глибина 1,2 м. Основні притоки р. Липа: Безіменка (ліва); Горохівка (права) [9; 10].

Антропогенне навантаження та виявлення джерел забруднення на ландшафти басейну річки Липа оцінювали на основі системної моделі, побудованої за ієрархічним логіко-математичним принципом, призначеної для класифікації антропогенного стану в басейнах річок, яка складається з аналізу чотирьох підсистем, радіоактивного забруднення території басейну, використання земельних ресурсів, використання річкового стоку та якості води, кожна підсистема характеризується набором критеріїв і показників.

За відсутності радіоактивного забруднення на території басейну або у разі його незначної величини підсистема «Радіоактивне забруднення території» вилучається зі складу підсистем системної моделі і розрахунки антропогенного навантаження та класифікацію екологічного стану басейну річки виконують за підсистемами «Використання земель», «Використання річкового стоку», «Якість води» [7].

*Підсистема «Радіоактивне забруднення території».* За результатами аналізу підсистеми «Радіоактивне забруднення території» встановлено, що басейн річки Липа щодо рівня випромінювання цезію-137, стронцію-90, плутонію-239 значно нижче допустимих рівнів [11]. Отже, за станом радіоактивного забруднення площа водозбору річки оцінюється «задовільний».

*Підсистема «Використання земель».* Вихідними даними для оцінки стану використання земель водозбірної площі є показники: лісистості басейну (сумарні площі лісів, лісосмуг і деревно-чагарникової рослинності); території в природному стані (болота, землі під водою, ліси природного і штучного походження, захисні водоохоронні насадження, заповідні території, пасовища, сінокоси, поклади); сільськогосподарської освоєності земель (всі сільськогосподарські угіддя на території басейну: рілля, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища, поклади, присадибні землі); розораності земель (рілля і присадибні землі); урбанізації (площа земель, на яких розміщені населені пункти, об'єкти промисловості, транспорту, зв'язку та ін.); еродованості земель в величинах змиву ґрунту в рік [7].

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 басейну р. Липа, з існуючими критеріями в розрізі природно-сільськогосподарського районування території України було встановлено наступне:

- за показником лісистості (10,4%) рівень використання земель оцінюється як «незадовільний»;
- за ступенем природного стану (24,1%) – «незадовільний»;
- за сільськогосподарською освоєністю басейну (76,8%) – «незадовільний»;
- за розораністю (67,6%) – «незадовільний»;
- за урбанізацією території (1,7%) – «добрий»;
- за показником еродованості (33,2 т/га рік) – «незадовільний».

Комплексний показник використання земельних ресурсів становить -3,2 та визначає стан підсистеми «Використання земель» у басейні малої річки Липа як «вкрай незадовільний».

*Підсистема «Використання річкового стоку»* призначена для оцінки екологічного стану басейну річки за ступенем антропогенного навантаження на її водні ресурси. Оцінка екологічного стану річки за підсистемою здійснюється за такими показниками: фактичне використання річкового стоку річок; безповоротне водоспоживання; скид води у річкову мережу; скид забруднених стічних вод у річку. Кожне значення було розраховано окремо з використанням об'єму забору води з річкової мережі; об'єму втрат річкового стоку внаслідок відбору підземних вод, які гідравлічно пов'язані з річковою мережею; фактичного об'єму річкового стоку; об'єму скиду води в річкову мережу; об'єму скиду в річкову мережу забруднених стічних вод.

За даними державної статистичної звітності з басейну річки Липа щорічно забирається в середньому 12,37 млн м<sup>3</sup> води. Відповідно до розрахунків у басейні річки відмічено незначні показники скиду забруднених стічних вод і використання річкового стоку. Загальний стан використання річкового стоку в басейні річки за рівнем спільного впливу всіх зазначених показників антропогенного навантаження на стан підсистеми «Використання річкового стоку» оцінено як «задовільний» із кількісною мірою 1,4.

*Підсистема «Якість води»* призначена для екологічного оцінювання 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.

При оцінюванні антропогенного навантаження за даною підсистемою було визначено індекс забруднення окремо для трьох ство-

рів (витік, середня течія, гирло) та загалом для басейну р. Липа. При розрахунку визначалися значення таких показників як кисень ( $O_2$ ), біохімічне споживання кисню ( $BCK_5$ ), біхроматна окислюваність ( $BO$ ), амоній ( $NH_4$ ), оксид азоту ( $NO_2$ ), залізо загальне ( $F_{заг}$ ), феноли та нафтопродукти.

Загалом стан підсистеми «Якість води» у басейні річки Липа характеризується VI класом якості води, «дуже брудна» за станом, з кількісною мірою -4,0.

За результатами комплексної оцінки (таблиця) усіх підсистем басейну річки встановлено індукційний коефіцієнт антропогенного навантаження ( $ИКАН$ ), який становить -2,68 та класифікує екологічний стан басейну р. Липа як «дуже поганий».

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 [5; 12].

**Висновок.** При оцінюванні антропогенного впливу в межах басейну р. Липа було встановлено, що загальний екологічний стан використання її басейну оцінюється як «дуже поганий».

Таблиця

Комплексна оцінка антропогенного навантаження і екологічний стан басейну річки Липа

Показник		Екологічний стан	
		кількісна оцінка	якісна оцінка
Підсистема	Радіоактивне забруднення території	0	задовільний
	Використання земель	-1,4	незадовільний
	Використання річкового стоку	2,2	задовільний
	Якість води	-4,0	VI клас, «дуже брудна»
Загальний стан басейну річки		-2,68	дуже поганий

У подальшому потрібно звернути особливу увагу на використання земель у межах басейну річки Липа і забруднення її поверхневих вод. 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. Результати даного дослідження можуть бути використані для створення територіальних програм охорони і відтворення екологічного стану малих річок, в тому числі їх водних ресурсів, а також при розробці державних програм «оздоровлення» басейнів транскордонних річок. Оцінка антропогенного навантаження на басейн будь-якої річки є дуже важливою, насамперед для формування природоохоронної діяльності у річковому водозборі та встановлення показників, що найбільше впливають на її екологічний стан. Напрямки подальших досліджень мають бути зосереджені на детальній оцінці екологічного стану басейнів малих річок України.

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. пр. УкрНДІЕП. Х. : ВД «Райдер», 2010. Вип. XXXII. С. 36–53.
3. Кирилюк 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.
4. Будз М. Д. Антропогенний фактор в формуванні гідрологічного режиму малих річок Західного Полісся України. *Вісник УДУ-ВГП*. Ч. 5. *Гідротехнічні споруди, гідравліка. Гідрологія та гідроенергетика*. Рівне, 2002. Вип. 5(18). С. 10–16.
5. Яцик А. В., Гопчак І. В., Басюк Т. О. Оцінювання антропогенного впливу на земельні ресурси в межах басейнів малих річок Західного Полісся України. *Меліорація і водне господарство* : Міжвідомчий тематичний наук. зб. К. : ІВПіМ НААН, 2018. Вип.108. С. 66–71.
6. Gopchak I., Basiuk T., Bialyk I., Pinchuk O., Gerasimov I. 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*. 2019. No. 42. P. 67–75.
7. Методика розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / Яцик А. В. та ін. К., 2007. 67 с.
8. Яцик А. В., Гопчак І. В., Пашенюк І. А., Басюк Т. О. Наукові засади нормування антропогенного навантаження річкових басейнів. *ЕТЕВК-2015* : зб. доповідей Міжнародного Конгресу (Україна м. Іллічівськ, 8–12 червня 2015 р.). Київ : ТОВ «ПРАЙМ-ПРІНТ». С. 314–322.
9. Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Водний фонд України : довідковий посібник, Ки-



їв : Ніка-Центр, 2001. 392 с. **10.** Малі річки України : довідник / за ред. А. В. Яцика. К. : Урожай, 1991. 296 с. **11.** ГН 6.6.1-130-2006 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді» : Наказ МОЗ від 03.05.2006 № 256. **12.** 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.

## 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 osoblyvosti*. *Problemy okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha ta ekolohichnoi bezpeky* : zb. nauk. pr. UkrNDIEP. Kh. : VD «Raider», 2010. Vyp. XXXII. S. 36–53.
3. Kyryliuk O. V. *Otsinka peretvorenosti malykh richkovykh baseiniv yak krok do vyznachennia antropohennykh zmin hidromorfolohichnykh umov*. *Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia*. 2010. T. 18. S. 283–289.
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. Yatsyk A. V., Hopchak I. V., Basiuk T. O. *Otsiniuvannia antropohennoho vplyvu na zemelni resursy v mezhakh baseiniv malykh richok Zakhidnoho Polissia Ukrainy*. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo* : Mizhvidomchyi tematychnyi nauk. zb. K. : IVPiM NAAN, 2018. Vyp. 108. S. 66–71.
6. Gopchak I., Basiuk T., Bialyk I., Pinchuk O., Gerasimov I. *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*. 2019. No. 42. P. 67–75.
7. *Metodyka rozrakhunku antropohennoho navantazhennia i klasyfikatsii ekolohichnoho stanu baseiniv malykh richok Ukrainy* / Yatsyk A. B. ta in. K., 2007. 67 s.
8. Yatsyk A. V., Hopchak I. V., Pasheniuk I. A., Basiuk T. O. *Naukovi zasady normuvannia antropohennoho navantazhennia richkovykh baseiniv*. *ETE VK-2015* : zb. dopovidei Mizhnarodnoho Konhresu (Ukraina m. Illichivsk, 8–12 chervnia 2015 r.). Kyiv : TOV «PRAIM-PRINT». S. 314–322.
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. HN 6.6.1-130-2006 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді» : Наказ МОЗ від 03.05.2006 № 256.
12. 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.

---

**Gopchak I. V., Candidate of Geographical Sciences (PhD), Associate Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne); **Basiuk T. O., Candidate of Geographical Sciences (PhD), Associate Professor** (Academician Stepan Demyanchuk International University of Economics and Humanities, Rivne), **Kovalov I. O.** (State Agency of Water Resources of Ukraine, Kyiv)

### **ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC LOAD ON THE LYPA RIVER BASIN**

**The evaluation of anthropogenic load and the ecological state of the basin of the small river Lypa are determined in accordance with "Methods of calculation of anthropogenic loading and classification of the ecological state of basins of small rivers of Ukraine". Anthropogenic state is quantified and qualitatively estimated by different indicators of four subsystems for the classification of the ecological state of the river basin (radioactive contamination of the territory, the use of land, use of river drain, water quality). According to the results of a comprehensive evaluation of all subsystems of the river basin, an anthropogenic load (ICAN) is established, which classifies the ecological state of the basin of the small river Lypa as "very bad". Water protection measures are offered to improve the ecological state of the river of Lypa.**

**Keywords:** river; river basin; anthropogenic load; land use; river drain; water quality.

---

**Гопчак І. В., к.геогр.н., доцент** (Національний університет водного господарства і природопольовання, г. Ровно); **Басюк Т. А., к.геогр.н., доцент** (Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янука, г. Ровно), **Ковальов І. А.** (Государственное агентство водных ресурсов Украины, г. Киев).

## **ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА БАСЕЙН РЕКИ ЛИПА**

**Выполнена оценка антропогенной нагрузки и определены экологическое состояние бассейна малой реки Липа соответствии с «Методикой расчета антропогенной нагрузки и классификации экологического состояния бассейнов малых рек Украины». Количественно и качественно оценены антропогенное состояние по разным показателям четырех подсистем для классификации экологического состояния бассейна реки (радиоактивное загрязнение территории, использование земель, использование речного стока, качество воды). По результатам комплексной оценки всех подсистем бассейна реки установлено индукционный коэффициент антропогенной нагрузки (ИКАН), который классифицирует экологическое состояние бассейна малой реки Липа как «очень плохой». Предложено водоохранные мероприятия по улучшению экологического состояния бассейна реки Липа.**

**Ключевые слова:** река; бассейн реки; антропогенная нагрузка; использование земель; речной сток; качество воды.

---