

УДК 504.4.054

Параняк Р.П., д. с.-г. н., професор
Осташа Т.П., аспірант

*Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій ім.С.З.Гжицького*

ОКРЕМІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ МАЛИХ РІЧОК ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Останнім часом усе більшу тривогу викликають процеси забруднення водних об'єктів. Особливо вразливими до таких змін є річки. Види шкідливого впливу діяльності людини включають зростання скидів стічних вод, надмірну хімізацію й незбалансовану меліорацію сільського господарства. Внаслідок цього знижується якість водних ресурсів, а багато малих річок знаходиться на межі зникнення. У Львівській області малі річки є складовою багатьох екосистем та економічної системи господарства, а тому їх порушення несе значні екологічні ризики.

Основну увагу у даній праці зосереджено на екологічних ризиках, які зумовлені зростанням рівня антропогенного забруднення малих річок Львівської області басейну Західного Бугу. За результатами досліджень можна сказати, що методики екологічного ризику базуються на фактичній наявності забруднення вод людиною і не завжди враховують різні механізми впливу антропогенного навантаження на реальні екосистеми, зокрема малих річок. Якщо розглядати малі річки, то ступінь ризику може залежати від багатьох чинників, зокрема сезону, водної флори, ландшафту тощо. Важливе місце у вивченні екологічного ризику посідають методи моніторингу екологічного стану поверхневих вод. Серед поширених методів моніторингу варто відзначити метод біоіндикації, адже він є перспективним методом виявлення антропогенного навантаження на біоценоз.

Ключові слова: екологічний ризик, антропогенне навантаження, поверхневі води, гранично допустима концентрація, водні об'єкти, забруднюючі речовини, екосистема, екологічна оцінка, водні ресурси, екологічний показник.

УДК 504.4.054

Параняк Р.П., д.-р. с.-х. наук, професор
Осташа Т.П., аспірант

*Львовский национальный университет ветеринарной медицины и
биотехнологий им.С. З. Гжицкого*

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЛЫХ РЕК ЛЬВОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В последнее время все большую тревогу вызывают процессы загрязнения водных объектов. Особенно уязвимыми к таким изменениям являются реки. Виды вредного воздействия деятельности человека включают рост сбросов

сточных вод, чрезмерной химизации и несбалансированной мелиорации сельского хозяйства. В результате снижается качество водных ресурсов, а многие малые реки находятся на грани исчезновения. Во Львовской области малые реки являются составляющей многих экосистем и экономической системы хозяйства, а поэтому их нарушение несет значительные экологические риски.

Основное внимание в данной работе сосредоточено на экологических рисках, обусловленных ростом уровня антропогенного загрязнения малых рек Львовской области бассейна Западного Буга. По результатам исследований можно сказать, что методики экологического риска базируются на фактическом наличии загрязнения вод человеком и не всегда учитывают различные механизмы влияния антропогенной нагрузки на реальные экосистемы, в частности малых рек. Если рассматривать малые реки, то степень риска зависит от многих факторов, в частности сезона, водной флоры, ландшафта и т.д. Важное место в изучении экологического риска занимают методы мониторинга экологического состояния поверхностных вод. Среди распространенных методов мониторинга следует отметить метод биоиндикации, ведь он является перспективным методом выявления антропогенной нагрузки на биоценоз.

Ключевые слова: экологический риск, антропогенная нагрузка, поверхностные воды, предельно допустимая концентрация, водные объекты, загрязняющие вещества, экосистема, экологическая оценка, водные ресурсы, экологический показатель.

UDC 504.4.054

Paranyak R.P., doctor of agricultural sciences, professor

Ostasha T.P., graduate student

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj

DISTINCT ASPECTS OF AN ENVIRONMENTAL RISK OF ANTHROPOGENOUS POLLUTION OF THE SMALL RIVERS IN THE LVIV AREA

During recent years the processes of pollution of water objects have caused the increasing alarm. Rivers are specially vulnerable to such changes. The types of harmful effects of human activity include: growth of dumpings of sewage, excessive chemicalization and unbalanced melioration of agriculture. As a result of such processes the quality of water resources is decreased and many small rivers are on the verge of disappearance. In Lviv area the small rivers are a component of many ecosystems and economic agriculture system and therefore their violation leads to considerable environmental risks.

The main objects of this paper are the environmental risks which are caused by growth of level of anthropogenous pollution of the small rivers of Lviv area of the basin of Western Bug. According to the results of researches it can be concluded that techniques of the environmental risk are based on the actual existence of pollution of waters caused by human beings and that various mechanisms of influence of anthropogenous impact on the real ecosystems, in particular the small rivers are not always taken into consideration. Speaking about small rivers, degree of risk depends

on many factors such as: season, water flora, landscape, etc. The important place in studying an environmental risk is regarded to methods of monitoring of an ecological condition of surface waters. Among the widespread monitoring methods the bioindication method should be noted, after all it is a perspective method of identification of anthropogenous impact on biocenosis.

Key words: *environmental risk, anthropogenous impact, surface water, maximum permissible concentration, the water objects polluting substances, ecosystem, ecological valuation, water resources, ecological indicator.*

Вступ. Останнім часом усе більшу тривогу викликають процеси забруднення водних об'єктів. Особливо вразливими до таких змін є малі річки. Види шкідливого впливу діяльності людини включають зростання скидів стічних вод, надмірну хімізацію й незбалансовану меліорацію сільського господарства, хоча не обмежуються ними. Як наслідок знижується якість водних ресурсів, а багато малих річок знаходяться на межі зникнення. При цьому потреби у водних ресурсах постійно зростають. Загострення цих суперечностей привертає увагу багатьох дослідників, зусилля яких спрямовані на розробку методів та засобів моніторингу екологічного стану водних об'єктів [4, 8, 17, 18 та ін.], дослідження способів комплексного захисту відкритих водойм та їх басейнів від забруднення, ерозії тощо, наведено у джерелах [5, 16].

В умовах Львівської області малі річки є невід'ємною складовою як багатьох екосистем, так і економічної системи народного господарства. Їх порушення може викликати чималі екологічні ризики. Забруднення басейнів річок Сян та Західний Буг є також у центрі уваги у зв'язку із їх транскордонним характером. У 1999 році Україна ратифікувала Гельсінську Конвенцію „Про охорону та раціональне використання міжнародних водотоків та транскордонних озер”. Згодом також на Україну, відповідно до програми прикордонного співробітництва «Польща – Білорусь - Україна», покладено зобов'язання контролю екологічного стану басейну Західного Бугу, якості поверхневих вод цієї ріки та її приток; результати звітів про такі заходи розкрито у працях вчених [19, 21]. Сьогодні при розробці та прийнятті управлінських рішень нагальним є питання оцінки екологічного ризику більшості заходів, що торкаються охорони навколишнього природного середовища. Тому питання оцінки екологічного ризику антропогенного забруднення малих річок Львівської області у сучасних умовах є актуальним. Окремі аспекти оцінки ризиків забруднення малих річок було розглянуто у роботах [6, 10, 11, 12, 23]. У даній роботі увагу зосереджено на екологічних ризиках, зумовлених зростанням рівня антропогенного забруднення малих річок Львівської області басейну Західного Бугу.

Мета досліджень – на підставі аналізу загальних гідрологічних відомостей поверхневих вод у Львівській частині басейну річки Західний Буг виокремити основні напрями ризику, пов'язаного із забрудненням вод малих річок. Для поставленої мети вирішувалось таке завдання:

- провести та узагальнити інформацію про якісний склад поверхневих вод басейну річки Західний Буг за останні роки.

Результати досліджень. Води з басейну річки Західний Буг потрапляють до Балтійського моря і третина населення польської столиці використовує води цієї річки для господарсько-питного водокористування [14]. Саме тому стан води у Західному Бузі хвилює багатьох дослідників, а низка проектів оцінки екологічного стану його басейну має міждержавну підтримку, зокрема фінансується програмою польського співробітництва з розвитку Міністерства Закордонних Справ Республіки Польща [19]. Наслідком такої уваги є чимала кількість досліджень екологічного стану поверхневих вод, більшість яких стосується головної водної артерії – Західного Бугу. Хоча у межах України площа водозбору Західного Бугу є однією із найменших, складаючи лише 1,8% її території, значна частина території Львівської області належить саме до цього басейну. Загальна площа басейну річки Західний Буг становить 39420,3 км², у тому числі 49,2% його площі знаходиться в Республіці Польща, 23,4% – в Республіці Білорусь і 27,4% або 10801,16 км² – на території України (Львівська та Волинська області). По Західному Бугу проходить державний кордон із Польщею в межах Волинської області; межа між Львівською та Волинською областями також проходить по цій річці від кордону і на десяток кілометрів вище від с.Старгород.

У географічних умовах України до категорії малих річок відносять річки, довжина яких не перевищує 100 км, а площа басейну не більше 2000 км² [25]. Довжина Західного Бугу у межах України 392 км, площа басейну — 11205 км², а тому цю річку, поряд із Дністром, Сяном та Стиром, відносять до великих (останні дві деякі дослідники характеризують як середні). До основних малих річок серед приток першого порядку р. Західний Буг на території Львівської області відносять (у дужках: довжина у км/ площа басейну у км²) – ліві: Золочівка (35/232), Полтва (60/1440), Горпинка (20/69), Кам'янка (38/142), Рата (76/1790), Солокія (88/939), Варяжанка (35/238); праві: Солотвина (21/151), Рокитна (11/43), Холоївка (18/48), Білосток (30/268), Спасівка (25/240). Слід відмітити також велику кількість штучних каналів та більш дрібних водотоків, особливо вище м.Буськ.

На даний час не існує єдиного підходу оцінки екологічного ризику. Під поняттям екологічний ризик переважно розуміють ймовірність виникнення несприятливих ефектів у екосистемах із відповідними наслідками стосовно життєдіяльності суспільства, в тому числі й для здоров'я населення, що є наслідком впливу природних чинників чи антропогенного впливу на довкілля. Короткий огляд робіт, присвячених визначенню екологічного ризику наведено у роботах Герцуна Г.М. та Масікевича Ю.Г. [6]. Для опису ризику іноді використовують числові показники, хоч більш звично використовувати словесний опис: мінімальний ризик, підвищений, значний, високий, дуже високий ризику тощо.

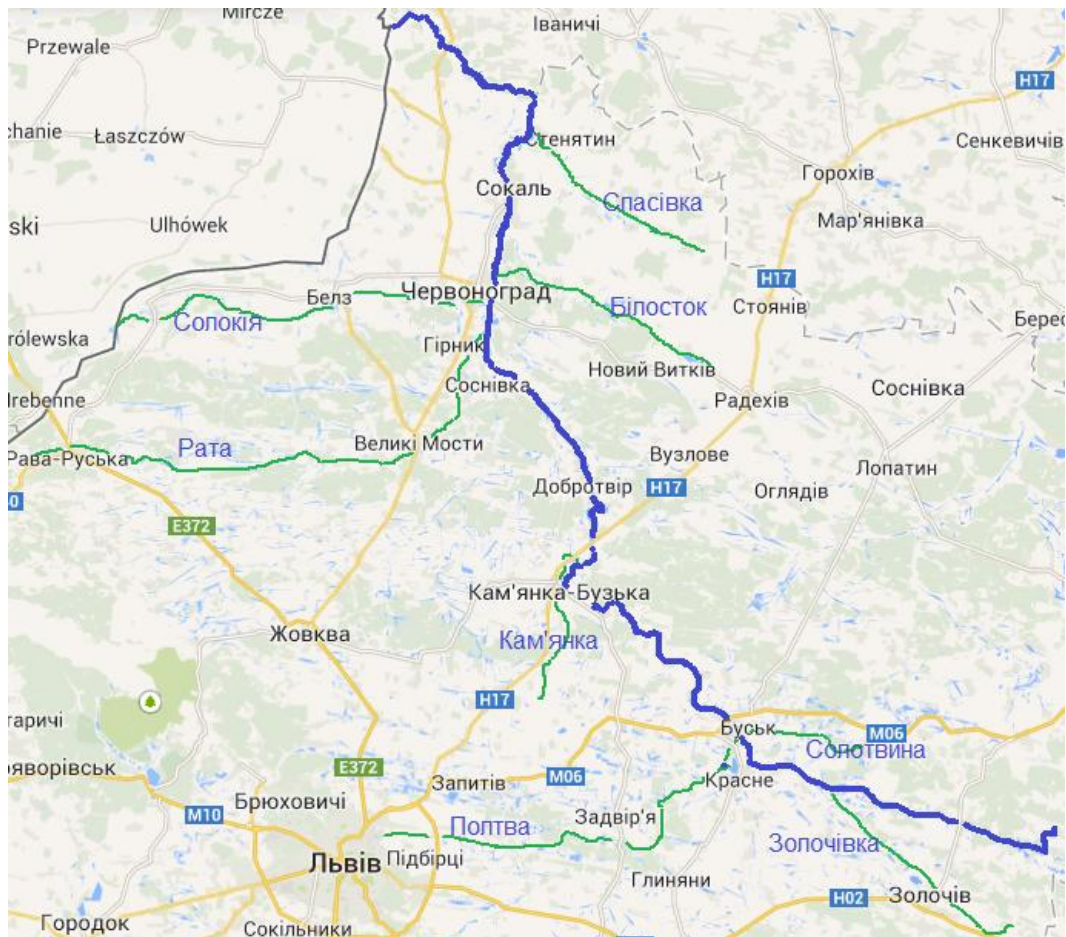


Рис.1. Річка Західний Буг на території Львівської області та її притоки із площею водозбору понад 100 км²

Важливо оцінити не лише ймовірність виникнення несприятливих ефектів, але і об'єм шкоди, у тому числі непрямої, від таких ефектів. Тому ризик варто оцінювати не виключно за ймовірністю настання ефекту, але також давати кількісну оцінку такому ефекту. Це може бути економічна оцінка, методам проведення якої присвячено чимало робіт останнім часом, зокрема у роботі [7], та інші види оцінок. Незважаючи на те, що неможливо звести усе багатоманіття екологічних показників до єдиного параметра, існуючі методики дають змогу уніфікувати вартісну оцінку багатьох параметрів несприятливих екологічних ефектів для різних форм екологічних загроз. Для прикладу, економічна оцінка екологічного ризику, яка проведена рядом вчених у праці [15] базується на врахуванні компенсаційних статей витрат для визначення збитків навколишньому середовищу і людині передусім завдяки завданню шкоди здоров'ю.

При побудові оцінок екологічного ризику, спричиненого сукупністю джерел, найчастіше використовують методику, що ґрунтується на розрахунку математичного сподівання випадкової величини втрат економічного та іншого характеру, а саме розраховують величину

$$R_e = \sum_j r_j p_j \quad (1)$$

де r_j – економічна оцінка несприятливого ефекту, пов'язаного із екологічним ризиком j -го виду, p_j – ймовірність настання цього ефекту. Таким чином, слід розрізняти ризик як ймовірність негативного екологічного ефекту та економічні оцінки ризиків.

Існує низка підходів до оцінки екологічних ризиків, пов'язаних із антропогенним забрудненням водних ресурсів та іншими процесами у водних екосистемах [1, 2, 11, 15, 24]. У основу методик зазвичай покладено порівняння виявлених концентрацій окремих видів забруднюючих речовин із ГДК цих речовин. Зокрема для оцінки ступеня дії шкідливих хімічних речовин на поверхневій воді у якості критерію у роботі Козловської Т.Ф. [12] пропонують використовувати відношення концентрації забруднюючого агента до його ГДК у воді рибогосподарських водоймищ. На цій основі розрахований критерій екологічності в системі водопідготовки для води, що пройшла очищення у вигляді $I_e = C / \text{ГДК}$, який пропонується використати для визначення ступеня екологічного ризику таким чином $\text{Risk} = 1 / I_e \equiv \text{ГДК} / C$. Недоліком такого підходу можна вважати те, що це визначення суперечить інтуїтивному розумінню ризику, що повинен зростати із збільшенням концентрації забруднюючої речовини. У праці науковців [15] розроблено методику екологічної оцінки якості поверхневих вод, яка базується на визначенні екологічного індексу. У збірнику наукових праць [11] визначення екологічного ризику для водних систем базується на врахуванні сучасного стану водних систем та інтегральній оцінці рівня антропогенного тиску під дією негативних чинників.

Загалом можна вважати, що показник, розрахований для оцінки екологічного ризику, базується на порівнянні потенційно небезпечного вмісту із деяким еталонним чинником. Для отримання показника ризику, що може мати ймовірнісне тлумачення, згадане вище, слід принаймні досягти того, що такий показник прийматиме значення у діапазоні від 0 до 1, причому перше значення відповідатиме відсутності ризику, а останнє – максимальному ризику. Для цього достатньо прийняти

$$\text{Risk} = f\left(\frac{C - C_0}{C_e}\right). \quad (2)$$

Тут f – монотонно зростаюча функція-сигмоїда, що забезпечує належний діапазон значень (наприклад гіперболічний тангенс чи логістична крива), C_e – деяке еталонне значення показника, C_0 – параметр, що залежить від забруднення, ризик якого оцінюємо. Останній параметр використовується наступним чином: якщо у випадку повної відсутності антропогенного тиску на водойму концентрація C повинна бути рівна нулеві, то у якості C_0 приймаємо нуль або величину похибки вимірювання концентрації; якщо у природному стані концентрація деякої речовини становить C_n , а антропогенне забруднення призводить до перевищення цього показника, то покладаємо $C_0 = C_n$; у інших випадках у якості C_0 слід вибирати значення ГДК, якщо приймається, що забруднення у межах допустимих значень не несуть загрози.

Зазвичай при оцінці екологічного ризику антропогенного забруднення водних ресурсів проводять аналіз вмісту значного набору компонент. Якість стічних вод визначається за такими показниками: водневий показник рН,

завислі речовини, запах, мінералізація, прозорість, БСК 5, ХСК, СПАР, нафтопродукти, феноли, амоній сольовий, сульфати, хлориди, азот амонійний, нітрати, нітроти, фосфати, залізо загальне, кальцій, магній, мідь, нікель, хром (IV), цинк [22]. Для порівняння у роботі Козловської Т.Ф. [12] вивчено вплив семи органічних забруднювачів у поверхневих природних водах, у роботах [3, 20] враховано по п'ять різних показників, у науковому віснику Ужгородського університету [9] розглянуто декілька десятків показників. У випадку двох і більше параметрів розраховують деякий інтегральний показник. Існують різні варіанти запровадження такого показника, які вказані у працях [6, 11, 15], один із найпростіших варіантів базується на припущеннях про незалежність дії ризиків та розуміння екологічної безпеки як повну відсутність ризиків по кожній із компонент. У такому випадку інтегральний рівень ризику може бути визначений таким чином

$$R_{\Sigma} = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2) \dots (1 - R_N),$$

де R_1, R_2, \dots, R_N – рівні ризику по окремих видах забруднення. Більш складні моделі можуть враховувати інші форми залежності $R_{\Sigma}(R_1, R_2, \dots, R_N)$.

Слід зазначити, що згадані методики базуються на фактичній наявності антропогенного забруднення води і не завжди можуть враховувати різні механізми впливу антропогенного навантаження на реальні екосистеми, зокрема малих річок. Відомо, що у таких системах сукупність факторів, дія кожного із яких є незначною, може привести до суттєвих змін, інакше кажучи стан таких систем не є стійким щодо наявного комплексу антропогенних впливів. У випадку малих річок, ступінь ризику може залежати від багатьох чинників, зокрема сезону, ландшафту, характеру водокористування, водної флори тощо. Тому, взагалі кажучи, рівень екологічного ризику антропогенного забруднення малих річок не може бути зведений до набору концентрацій забруднюючих речовин, і навіть інтегральних оцінок рівня антропогенного тиску, використаних у збірнику праць [11], може бути недостатньо для розрахунку адекватного показника екологічного ризику. Зазначимо, що у роботі [12] частково враховано фактор сезонності, у працях [3, 13] вказано на взаємозв'язок антропогенного забруднення та відтворюючих властивостей природних ландшафтів, у роботі вчених [9] вивчено взаємозалежність якості поверхневих та ґрунтових вод. Згадані взаємозв'язки можуть відбуватись завдяки різним механізмам впливу, у тому числі із залученням ланцюжків живлення гідробіонтів.

Особливе місце у вивченні екологічного ризику посідають методи моніторингу екологічного стану поверхневих вод. Серед поширених методів моніторингу варто відзначити методи фізико-хімічного аналізу, мікробіологічного контролю та біоіндикації [3, 8, 18, 19]. Біоіндикація є перспективним методом виявлення антропогенного навантаження на біоценоз.

Висновки. Згідно існуючих методик показники екологічного ризику визначають передусім шляхом порівняння концентрацій забруднюючих речовин із ГДК. При вивченні ризику забруднення малих річок такі методики варто розвинути, враховуючи ландшафтну структуру басейну ріки, а також розширеним використанням методів біоіндикації, оскільки порівнюючи показники тестових об'єктів із еталонними можна робити висновки вже не про передумови змін у екосистемах, спричинених забрудненням, а про їх наслідки.

Врахування ступеня екологічного ризику є необхідним при прийнятті управлінських рішень щодо використання агрохімічних засобів у басейнах річок та мінімізації їх впливу на якість природних вод.

Література

1. Арсан О. М., Давидов О. А., Дьяченко Т. М., Евтушенко М. Ю., Жукинський В. М., Кирпенко Н. І., Якушин В. М. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. За ред. В. Д. Романенка. – НАНУ: Ін-т гідробіології. – К: Логос, 2006 – С. 156-180.
2. Беспалова С.В. Автоматизований моніторинг екологічного стану поверхневих вод з використанням фітопланктону в якості біоіндикатора / С.В. Беспалова, Н.М. Лялюк, Д.М. Афанасьєв, С.М. Романчук, О.В. Васильєв // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – № 1(11). – С. 9-24.
3. Біомоніторинг екологічного стану природних поверхневих водних об'єктів Львівської області [Електронний ресурс] / О. М. Швед, Р. О. Петріна, В. Г. Червцова, З. В. Губрій, Н. Є. Стадницька, В. П. Новіков // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування . - 2013. - № 761. - С. 114-119. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/VNULPX_2013_761_28.pdf.
4. Вознюк Н.М. Оцінка екологічного стану української частини басейну ріки Західний Буг / автореф. дис. ... к-та с.-г. наук, Житомир, 2006. – 19 с.
5. Боголюбов В.М., Мальований М.С., Юхимчук І.В. Захист відкритих водоем від забруднення поверхневими стічними водами з сільськогосподарських територій // Ринок інсталяцій, №11 (159). – 2010. – С. 33-36.
6. Герецун Г. М., Масікевич Ю. Г. Методологічні підходи до оцінки атмосферних опадів як чинника формування екологічного ризику // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 5/2012 (76) – С.119-122.
7. Гриценко А. В., Рибалова О. В., Ільченко Л. Ю. Оцінка потенційного ризику здоров'ю населення України при несприятливому впливі факторів навколишнього середовища // Коммунальное хозяйство городов. – 63, 2005. – С.161-171.
8. Грицюк С.Б. Вивчення можливості застосування кіральних властивостей проліну як експрес-методу оцінки рівня забруднення річкових екосистем / автореф. дис. ... к-та біол. наук, Чернівці, 2010. – 23 с.
9. Екологічний стан поверхневих та ґрунтових вод басейну р. Іршава [Електронний ресурс] / Л. В. Трапезнікова, І. І. Мониц, Ю. В. Хрипта // Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. : Хімія . - 2013. - № 1. - С. 87-93. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nvuuchem_2013_1_20.pdf.
10. Жукинський В.Н. Экологический риск и экологический ущерб качеству поверхностных вод: актуальность, терминология, количественная оценка // Водные ресурсы. – 2003. – Т.30, №2. – С.213–321.
11. Ієрархічний підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану екосистем поверхневих вод України / О.Г.Масенко, О.В.Поддашкін, О.В.Рибалова та ін. // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: збірник наукових праць. –Харків: Видавничий дім «Райдер», 2010. – Вип. XXXII. – С.75–90.

12. Козловська Т.Ф. Визначення ступенів екологічного ризику в умовах природно-техногенного хімічного забруднення поверхневих вод // Вісник КДПУ ім. М.Остроградського. – 2009. – Вип.4/2009 (57), част.1.–С.118–124.
13. Ландшафтно-екологічний принцип встановлення нормативів антропогенного навантаження на поверхневі води [Електронний ресурс] / О. М. Крайнюков // Людина та довкілля. Проблеми неоекології . - 2012. - № 3-4. - С. 136-144. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Ltd_2012_3-4_20.pdf.
14. Клименко М. О., Вознюк Н. М. Екологічний стан басейну ріки Західний Буг // Вісник КНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2011 (66). Частина 1. – С.127-129.
15. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк, А. В. Яцик, А. П. Чернявська; ред.: В. Я. Шевчук. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.
16. Мисковець І.Я. Екологічна оцінка антропогенних змін малих річок Волині // Захист довкілля від антропогенного навантаження. Випуск 5(7). – Харків-Кременчук: Швидка, 2001.- С.34-40.
17. Мисковець І.Я. Екологічний моніторинг в басейнах малих річок Волині // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – Т-4, – Київ-Луцьк., РВВ Луцького ДТУ.– 2002.- С.134-137.
18. Основы технологии автоматизированного биомониторинга водных ресурсов с использованием флуорометрии хлорофилла фитопланктона / Беспалова С.В., Романчук С.М., Лялюк Н.М., Афанасьев Д.Н., Васильев А.В., Старшинов И.Н., Сергеева Е.С. // Вісник ДНУ. Сер.А. – 2012, № 2. – С. 157-166.
19. Оцінка стану басейну річки Західний Буг в межах Львівської області з використанням даних досліджень хімічної лабораторії Львівської міської ради [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.lvivoblast.farr.com.pl/ua/Analiza_stanu_rzeki.pdf.
20. Підвищення рівня екологічної безпеки питного водопостачання регіону в умовах забруднення поверхневого джерела [Електронний ресурс] / Р. В. Пономаренко // Екологічна безпека . - 2013. - Вип. 1. - С. 24-27. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ekbez_2013_1_6.pdf.
21. Програми транскордонного співробітництва Польща-Білорусь-Україна на 2007-2013 роки [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.pl-by-ua.eu/ua>.
22. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2012 році / Матеріали до Національної доповіді України про стан навколишнього природного середовища у 2012 році Міністерства екології та природних ресурсів [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2012-rotsi/lvivska%202012.pdf>.
23. Рибалова О.В., Белан С.В., Варивода Є.О. Визначення рівня екологічної небезпеки в регіонах України на основі оцінки екологічного ризику // Збірка наукових праць НУЦЗУ. Випуск 12, 2010 – С.132-142.
24. Романенко В. Д. Основы гидроэкологии. К.: Генеза. 2004. – 664 с.
25. Хімко Р.В. Малі річки – дослідження, охорона, відновлення / Р. В. Хімко, О. І. Мережко, Р. В.Бабко. – К.: Інститут екології, 2003. – 378 с.

Рецензент – д.с.-г.н., професор Буцяк В.І.