

**Роман ПАНЬКІВ, Марія КОСТЬ, Ірина САХНЮК,
Василь ГАРАСИМЧУК, Орися МАЙКУТ,
Ольга МАНДЗЯ, Роман КОЗАК, Олена ПАЛЬЧИКОВА**

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів,
e-mail: igggk@mail.lviv.ua

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

Проведено екологічну оцінку якості вод верхньої частини басейну Західного Бугу за показниками їхнього складу в м. Кам'янка-Бузька, м. Сокаль, на Добротвірському водосховищі. Встановлено, що склад вод змінюється від сульфатно-гідрокарбонатного кальцієвого (2001–2004, 2007) до гідрокарбонатного кальцієвого (2006, 2008–2011) із мінералізацією 0,58–0,75 г/дм³. І лише 2003 та 2006 р. у м. Кам'янка-Бузька вода сульфатно-гідрокарбонатна магнієво-кальцієва. Упродовж 2000–2011 рр. зафіксовано перевищення рибогосподарських норм за хімічною потребою в кисні, біологічним споживанням кисню після 5 днів, розчиненим киснем, іонами амонію, нітритами, фосфатами, Ферумом, що вказує на значне антропогенне забруднення р. Західний Буг. Спостерігається зменшення вмісту сульфатів, гідрокарбонатів, кальцію, величини мінералізації та твердості за течією річки.

За узагальненим екологічним індексом якості води річки за течією змінюється від слабкозабрудненої до досить чистої. Встановлено, що динаміка змін величин узагальнених показників якості вод у верхній частині басейну річки визначається показниками трофо-сапробіологічного блоку.

Ключові слова: гідрогеохімія, Західний Буг, сольовий склад, показник трофо-сапробності, специфічні речовини токсичної дії.

Вступ. Основою для досягнення стійкого збалансованого розвитку будь-якої території є не тільки наявність певної кількості водних ресурсів, але й їхня відповідна якість. Закон України (Про Основні..., <http://www.zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>) у частині реформування системи державного управління в галузі охорони та раціонального використання вод спрямований на впровадження інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом. Саме інтегроване управління річковими басейнами, зокрема і басейном Західного Бугу, є найкращим міжнародно визнаним підходом для подолання екологічних катастроф у водному господарстві.

Західний Буг – транскордонна ріка, протікає не тільки територією України, але й Білорусі та Польщі. Третина населення польської столиці використовує її води для господарсько-питного споживання. Україна, згідно з програмою прикордонного співробітництва “Польща–Білорусь–Україна”, зобов’язана контролювати якість вод цієї річки та її приток.

Мета роботи – встановити якість вод верхньої частини басейну Західного Бугу за основними показниками їхнього складу.

Геохімічні дослідження поверхневих вод р. Західний Буг за її течією авто-ри провели 2011 р. у 3 пунктах Львівської області: м. Кам'янка-Бузька, Добротвірське водосховище, м. Сокаль (рис. 1). У пробах вод визначено вміст 40 показників (органолептичних, рН, масової частки сухого залишку, суспендованих речовин, макро- та мікрокомпонентів, сполук нітрогену, розчиненого

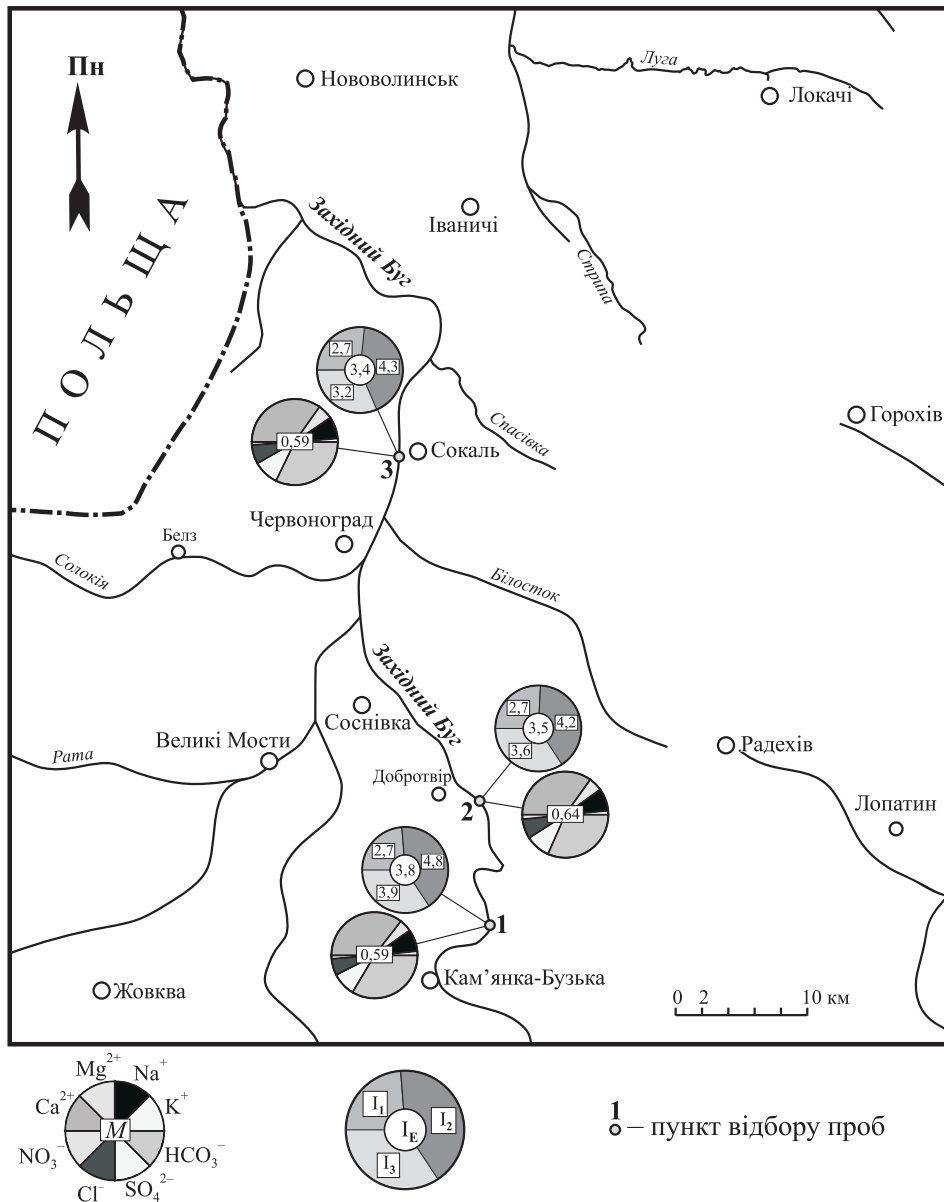


Рис. 1. Макрокомпонентний склад та індекси екологічної оцінки якості вод річки Західний Буг.

Індекси: I₁ – сольового складу; I₂ – трофо-сапробності; I₃ – специфічних речовин токсичної дії; I_E – загальної оцінки.

кисню, перманганатної окиснюваності, хімічної потреби в кисні (ХПК), біохімічного споживання кисню після 5 днів (БСК₅) та ін.). Визначення здійснено в атестованій лабораторії спектральних і хімічних методів аналізу Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України.

Результати досліджень. У роботі проаналізовано результати геохімічних аналізів за 2000–2010 рр., проведених Західно-Бузьким басейновим управлінням водних ресурсів (Західно-Бузьке..., <http://www.zbbuvr.lutsk.ua>), а також власних (польових та лабораторних) досліджень якості води за 2011 р. Для інтерпретації геохімічних показників складу вод використали нормативи гранично допустимих концентрацій для водойм рибогосподарського призначення (ГДКр-г) (Обобщенный..., 1990).

Річка Західний Буг бере початок на північних схилах Подільської височини біля с. Верховуж Золочівського району Львівської області. Її довжина в межах Львівської області – 392 км (загальна – 815 км). Густина річкової сітки в басейні Західного Бугу становить 0,3–0,5 км/км². Нахил річки – 0,3 м/км. Середньорічний стік – 108 м³/с. Це типово рівнинна ріка з низинними берегами, замуленим дном, несталим режимом течії. Її живлення змішане: дощове, снігове і підземне (Геренчук, 1972).

Хімічний склад поверхневих вод Львівщини є інтегральною характеристикою, що формується внаслідок взаємодії природних та антропогенних чинників. Характерною особливістю геологічної будови водозбору Західного Бугу є залягання вище місцевих базисів ерозії карбонатних порід верхньої крейди, представлених тріщинуватими і закарстованими вапняками та мергелями, які впливають на формування сольового складу води річки (Геренчук, 1972; Підземні..., 1968).

Басейн річки забруднюється через скидання недостатньо очищених та неочищених стічних вод комунальними підприємствами Львівщини. До вагомих об'єктів техногенного навантаження на водоносну систему басейну належать такі підприємства: ЛІМ КП “Львівводоканал” (КОС-1), Сокальське МКП ВКГ, КП “Червоноградводоканал” (м. Соснівка, с-ще Гірник), ДКП “Кам’янка-Бузьке ВКГ”, КП “Жовківське ВУВКГ”, Буське ПВКГ (без очищення), КП “Рава-Руське БУ № 2”, Добротвірська ТЕС. 2011 р., унаслідок неефективної роботи очисних споруд цих підприємств, у р. Західний Буг та її притоки потрапило 44,43 млн м³ забруднених зворотних вод. Незважаючи на зменшення скидів стічних вод на 8,8 млн м³, кількість скинутих забруднювальних речовин у водні об'єкти 2011 р., порівняно з попереднім роком, збільшилася на 10,70 тис. тонн (Екологічний..., <http://www.ekology.lviv.ua>).

На основі проведених досліджень встановлено макрокомпонентний склад вод, який змінюється від сульфатно-гідрокарбонатного кальцієвого (2001–2004, 2007) до гідрокарбонатного кальцієвого (2006, 2008–2011), і лише 2003 та 2006 р. у м. Кам’янка-Бузька вода сульфатно-гідрокарбонатна магнієво-кальцієва.

Концентрація йонів водню є одним із найважливіших показників якості вод, який впливає на хімічну рівновагу йонів у системі і має велике значення для хімічних і біологічних процесів. Його величина в річці змінюється в широких межах – від 6,85 до 8,70 од. *pH*; перевищення значень спостерігалось лише 2005 та 2007 р.

Кількість гідрокарбонатів та хлоридів у воді становить 290,77–443,15 і 26,15–75,9 мг/дм³ відповідно. Вміст хлоридів є значно нижчим від ГДКр-г (300 мг/дм³) і свідчить, що сольового забруднення цим аніоном у воді річки немає. Кількість сульфатів коливається від 39,50 до 166,60 мг/дм³. Слід зазначити, що за даними 2001–2004, 2006–2007 рр. концентрація сульфатів спостерігалася на рівні 1,02–1,67 ГДКр-г. Проте упродовж 2008–2011 рр. простежується тенденція до зменшення кількостей сульфатів – їхній вміст коливається в межах 66,25–74,07 мг/дм³, що значно нижче від ГДКр-г (100 мг/дм³). Виявлено також зменшення концентрації гідрокарбонатів та сульфатів за течією річки.

Вміст кальцію, магнію та натрію і калію в річкових водах упродовж 2000–2011 рр. – у межах 106,21–131,50; 10,94–22,5 та 12,0–53,0 мг/дм³ відповідно та не перевищує їхньої ГДКр-г (180, 40 та 170 мг/дм³ відповідно). У всіх пробах кількості кальцію суттєво переважають вміст магнію, натрію і калію. Спостерігається тенденція до зменшення концентрацій кальцію за течією річки.

Величина твердості становить 6,20–7,73 мг-екв./дм³, і за її значенням води регіону належать до м'яких (Самарина, 1977). За величиною мінералізації, яка коливається в межах 0,58–0,75 г/дм³, відповідно до загально-визнаної венеціанської системи (Коваленко, 2001), води річки упродовж 2000–2011 рр. належали до прісних олігогалінних (0,5–1,0 ‰). Результати дослідження показали, що величини мінералізації і твердості за течією річки зменшуються.

За величиною відносного вмісту (усереднені значення за 2000–2011 рр.) іони можна розташувати в такі ряди (%-екв./дм³):

аніони – HCO_3^- (53–70) > SO_4^{2-} (16–33) > Cl^- (9–23) > NO_3^- (1–3);
 катіони – Ca^{2+} (58–72) > Mg^{2+} (9–22) > $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ (7–25) > NH_4^+ (1–2).

Макрохімічний склад річкової води упродовж досліджуваних років за течією річки є сталим – спостерігається витримана послідовність іонів.

Хімічний склад річкової води (станом на 2011 р.) можна подати такою формулою Курлова:

$$M_{0,6} \frac{\text{HCO}_3 \ 65 (\text{SO}_4 \ 19 \text{Cl} \ 13 \ \text{NO}_3 \ 3)}{\text{Ca} \ 70 (\text{Na} \ 17 \ \text{Mg} \ 10 \ \text{K} \ 3)}$$

Отже, води р. Західний Буг прісні, жорсткі, слабколужні, гідрокарбонатні кальцієві. Води такого складу є типовими для поверхневих водойм, четвертинних відкладів, а також водоносних горизонтів корінних порід західного регіону України (Підземні..., 1968).

Перевищення ГДКр-г упродовж 2000–2011 рр. зафіксовано для нітритів, амонію, фосфатів, вмісту органічних речовин, Феруму (рис. 2–5).

Середньобагаторічні концентрації амонію сольового у водах перевищували ГДКр-г (0,5 мг/дм³) в 1,1–12,1 раза (див рис. 2, а). Найвищий вміст амонійного азоту зафіксовано в м. Кам'янка-Бузька – 6,06 мг/дм³ (2009 р.). Концентрації нітритів у воді (див. рис. 2, б) становили 1,1–10,6 ГДКр-г (0,08 мг/дм³), а вміст нітратів (див. рис. 2, в) не перевищував ГДКр-г (40 мг/дм³). Фосфати були наявними в кількостях від 0,12 до 2,60 мг/дм³ (див. рис. 3), що в більшості випадків перевищували нормативні (0,15 мг/дм³). За течією річки вміст фосфатів зменшується.

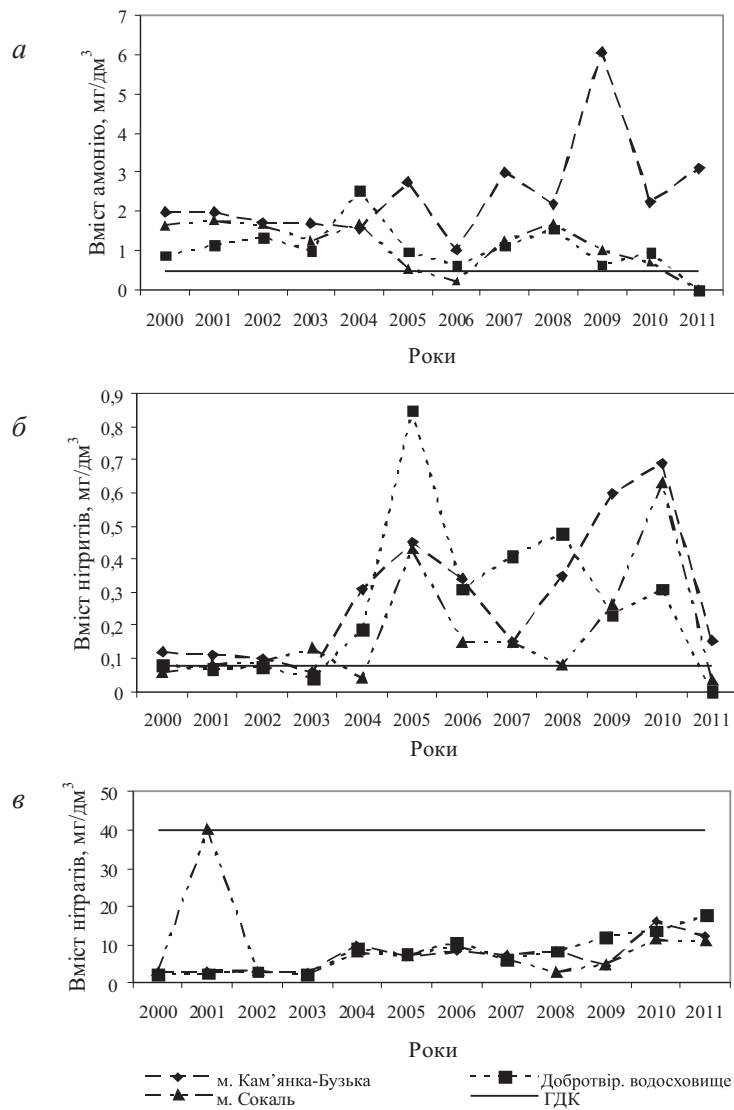


Рис. 2. Динаміка зміни концентрацій іонів амонію (а), нітритів (б) та нітратів (в) у воді р. Західний Буг

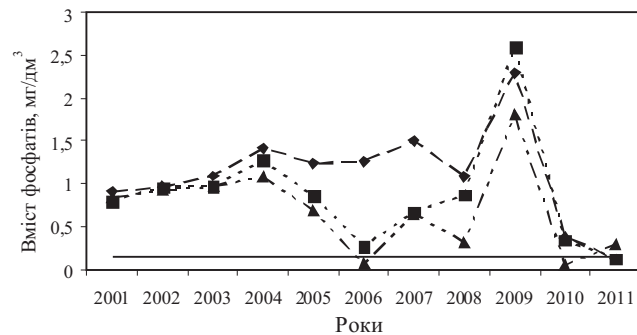


Рис. 3. Динаміка зміни концентрації фосфатів у воді р. Західний Буг. Умовні позначення див. рис. 2.

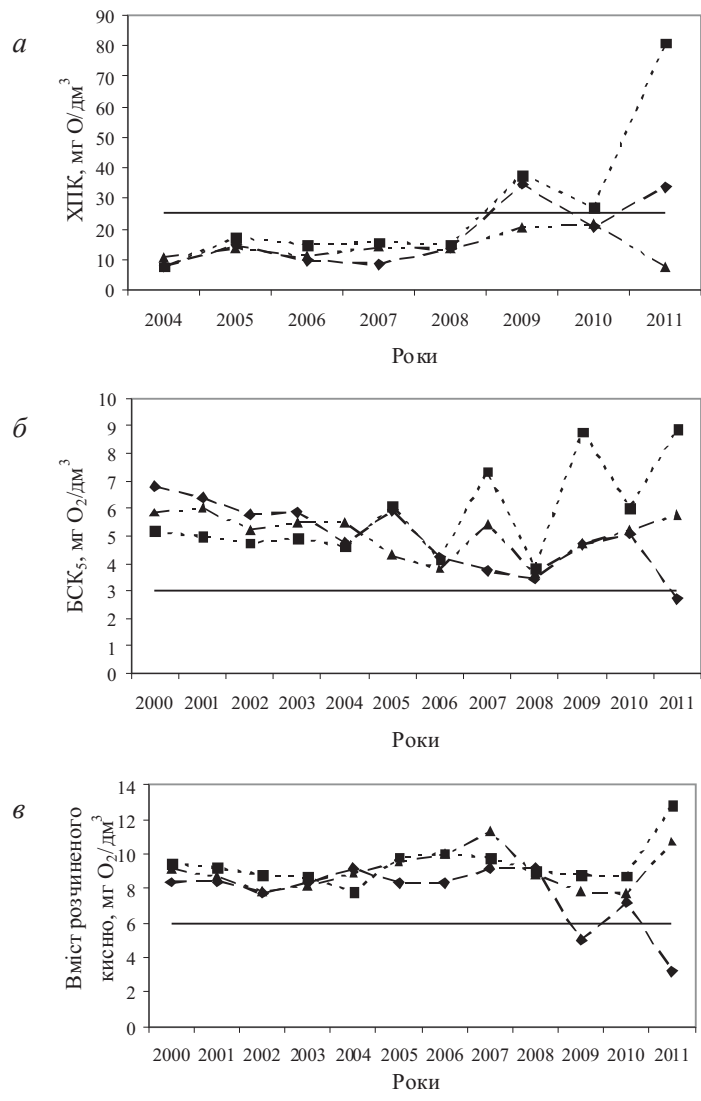


Рис. 4. Динаміка зміни значень ХПК (а), БСК₅ (б) та кількості розчиненого кисню (в) у воді р. Західний Буг. Умовні позначення див. рис. 2.

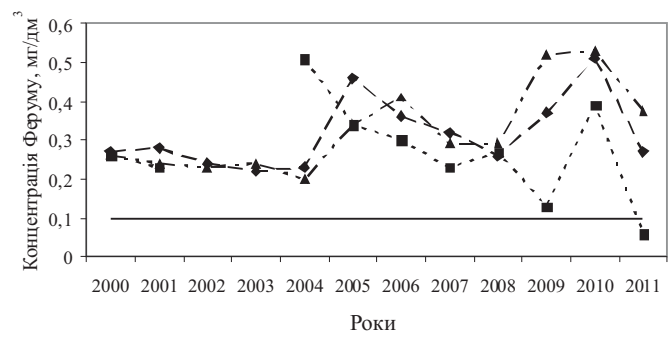


Рис. 5. Динаміка зміни концентрацій Феруму у воді р. Західний Буг. Умовні позначення див. рис. 2.

Відомо, що нітрити є нестійкою перехідною формою перебування азоту в природних водоймах. Підвищені концентрації нітритів у р. Західний Буг можуть свідчити про потенційне забруднення води продуктами розпаду азотних сполук тваринного походження. Основними джерелами надходження сполук азоту й фосфору у водне середовище є викиди господарсько-побутових та промислових стічних вод, територіальні поверхневі стоки (мінеральні добрива, відходи тваринного і рослинного виробництва). Окрім того, важливим механізмом збагачення вод азотними сполуками є процеси зв'язування вільного азоту водними організмами, а збільшення фосфорного потенціалу вод може бути наслідком процесів ерозії ґрунтів.

Вміст органічних речовин у річковій воді, в основному, визначається їхнім надходженням із сільськогосподарськими стічними водами. Значення ХПК переважно становили 8–22 мг О/дм³ (див. рис. 4, а). Лише двічі спостерігалось перевищення ГДКр-г (25 мг О/дм³): у м. Кам'янка-Бузька (34,7 мг О/дм³ – 2009 р., 33,9 – 2011 р.) та на Добротвірському водосховищі (37,7 мг О/дм³ – 2009 р., 80,9 – 2011 р.). За величинами БСК₅ майже у всіх пунктах упродовж 11 років спостерігалось перевищення ГДКр-г (3,0 мг О₂/дм³) в 1,1–2,9 раза (див. рис. 4, б), що є негативним наслідком забруднення вод цієї річки промисловими та побутовими відходами з високим вмістом органічних речовин. Вміст розчиненого кисню у воді змінювався в межах 6,71–12,8 мг О₂/дм³ (див. рис. 4, в), і лише 2011 р. м. Кам'янка-Бузька його концентрація знизилася до 3,2 мг О₂/дм³ (ГДКр-г не нижче ніж 6 мг О₂/дм³).

У поверхневих водах р. Західний Буг упродовж 2000–2011 рр. спостерігався підвищений вміст Fe (див. рис. 5), кількість якого становила 1,3–5,3 ГДКр-г. Мінімальний рівень зафіксовано у водах річки 2011 р. (0,06 мг/дм³ – Добротвірське водосховище).

На жаль, у матеріалах Західно-Бузького басейнового управління водних ресурсів відсутні результати за 2000–2010 рр. для специфічних речовин, зокрема Купруму, Цинку, Мангану, Фтору й інших елементів, що не дало можливості оцінити якість вод за цей період за токсикологічними показниками.

Концентрації елементів, станом на 2011 р., коливаються в таких межах (мг/дм³): Sr 0,92–1,17; Mn 0,028–0,103; Zn 0,011–0,017; Cu 0,002–0,003; F – 0,29–0,42; Pb <0,01; Ni <0,01; Co <0,01; Cd <0,002; Ag <0,002. Елементи у водах річок виявлені в кількостях, значно нижчих від ГДКр-г, незалежно від місця відбору проб, за винятком Mn та Zn (2,8–10,3 та 1,1–1,7 ГДКр-г відповідно).

Екологічну оцінку якості вод виконано із застосуванням чинної системи класифікацій і нормативів оцінки якості поверхневих вод України (Сніжко, 2001). Вона включає 3 блоки показників:

- сольового складу (I₁) – мінералізація, сульфати, хлориди;
- трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників (I₂) – завислі речовини, прозорість, рН, іони амонію, нітрати, нітрити, фосфати, розчинений кисень, окиснюваність перманганатна, БСК₅, ХПК;
- показників вмісту специфічних речовин токсичної дії (I₃) – Купрум, Цинк, Ферум, Манган, Фтор.

Розрахунки узагальнених екологічних індексів та їхніх блокових індексів проведено з урахуванням середніх значень показників складу вод. Зміну

показників сольового й еколого-санітарного складу впродовж 2001–2011 рр. наведено в таблиці.

Слід зазначити, що загальні показники, до яких належать показники сольового складу і трофо-сапробіологічні, характеризують вміст звичайних, властивих водним екосистемам інгредієнтів, концентрація яких може змінюватися під впливом господарської діяльності, тимчасом як специфічні показники характеризують вміст у воді забруднювальних речовин токсичної дії.

Оцінка якості води р. Західний Буг за показниками сольового складу свідчить, що вода річки належить до III категорії якості вод (“досить добра” за станом, “досить чиста” за ступенем забрудненості). Середньорічні значення індексів трофо-сапробіологічного блоку показали трохи нижчу якість води. Так, поверхневі води ріки в м. Сокаль належать до IV категорії якості (“задовільна” за станом, “слабко забруднена” за ступенем забрудненості), а в м. Кам’янка-Бузька та на Добротвірському водосховищі – до V категорії (“посередня” за станом, “помірно забруднена” за ступенем забрудненості). На формування такої якості води найбільше впливає підвищений вміст фосфатів, нітратів, нітритів, амонію та БСК₅, які не відповідають ГДКр-г.

За значенням індекса блоку специфічних речовин токсичної дії якість води р. Західний Буг 2011 р. відповідає IV категорії якості (“задовільна” за станом, “слабко забруднена” за ступенем забрудненості). Це пов’язано із підвищеним вмістом Феруму, Мангану, Цинку.

Узагальнений екологічний індекс 2011 р. становив: м. Кам’янка-Бузька – 3,8; Добротвірське водосховище – 3,5; м. Сокаль – 3,4. Тобто, якість води коливається між III (“досить чиста”) і IV (“слабко забруднена”) категоріями (див. рис. 1). Динаміка зміни величин цього індексу у верхній частині басейну річки визначається показниками трофо-сапробіологічного блоку.

Висновки. Річка Західний Буг є основним представником поверхневих водних ресурсів населених пунктів Львівської області, з якого здійснюють водозабір об’єкти сільського, комунального та рибного господарств.

На основі аналізу якісного стану поверхневих вод річки 2000–2011 рр. встановлено перевищення ГДКр-г за ХПК, БСК₅, вмістом іонів амонію, нітритів, фосфатів, Феруму. За узагальненим екологічним індексом якість вод річки за течією змінюється від слабко забрудненої до досить чистої. Динаміка

Оцінка якості вод Західного Бугу за вмістом компонентів сольового складу (I₁) та трофо-сапробіологічними показниками (I₂)

Місце відбору	Ін-декс	Роки										
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
м. Кам’янка-Бузька	I ₁	3,7	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	2,7	3,0	3,3	2,7
	I ₂	4,1	4,6	4,1	4,6	4,9	4,8	4,6	4,6	5,7	5,6	4,8
Добротвірське водосховище	I ₁	3,0	3,3	3,3	3,0	3,3	3,0	3,3	3,0	2,3	3,0	2,7
	I ₂	4,0	4,3	3,9	4,9	4,9	4,4	4,8	4,4	4,8	4,7	4,2
м. Сокаль	I ₁	3,3	3,3	3,3	3,0	3,3	3,0	3,0	3,0	2,7	2,7	2,7
	I ₂	4,1	4,3	4,1	4,5	4,75	3,4	4,7	3,7	4,4	4,3	3,3

зміни величин цього індексу у верхній частині басейну річки визначається показниками трофо-сапробіологічного блоку.

Особливої уваги потребує покращення якості води в річці. Першочерговими завданнями є: створення чітких меж водоохоронних зон водних об'єктів, очищення річки, поліпшення якості води річки через запобігання та контроль скиду неочищених та недоочищених вод у річку, встановлення попереджувальних знаків про заборону миття транспортних засобів і техніки у водоохоронних зонах водних об'єктів, покращення ефективності роботи об'єктів водопостачання та водовідведення. Водночас необхідний контроль стану води в річці на території міст і за їхніми межами.

Результати роботи можуть бути використані в проектних організаціях та установах під час розроблення і планування водоохоронних заходів у басейні р. Західний Буг для зменшення впливу антропогенних чинників на формування якісного стану поверхневих вод.

Геренчук К. І. Природа Львівської області. – Львів, 1972. – 150 с.

Екологічний паспорт Львівської області за 2012 р. – Режим доступу : <http://www.ekology.lviv.ua>.

Західно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів : Головна сторінка. – Режим доступу : <http://www.zbbuvr.lutsk.ua>

Коваленко В. Д. Основи гідроекології. – К. : Обереги, 2001. – 728 с.

Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / М-во рыб. х-ва СССР. – М., 1990. – 44 с.

Підземні води західних областей України / під ред. О. Д. Штогрин і К. С. Гавриленко. – К. : Наук. думка, 1968. – 316 с.

Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року : Закон України від 21.12.2010 р. № 2818-VI // Відом. Верховної Ради України. – 2011. – № 26. – С. 218. – Режим доступу : <http://www.zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>.

Самарина В. С. Гидрогеохимия : учеб. пос. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1977. – 360 с.

Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К., 2001. – 264 с.

Стаття надійшла
01.03.13

**Roman PANKIV, Maria KOST, Iryna SAKHNYUK,
Vasyl HARASYMCHUK, Orysyia MAYKUT,
Olha MANDZYIA, Roman KOZAK, Olena PALCHYKOVA**

**ENVIRONMENTAL ESTIMATE OF THE WATERS QUALITY
OF THE UPPER PART OF THE BASIN
OF THE RIVER WESTERN BUH**

The environmental estimate of the water quality of the upper part of the basin of the River Western Buh was given on the basis of their composition in the town of Kamenka Buhska, in the Dobrotvir water reservoir, and in the town of Sokal. It is established that the composition of water varies from sulphate-hydrocarbonate calcium (2001–2004, 2007) to hydrocarbonate calcium (2006, 2008–2011) with mineralization 0.58–0.75 g/dm³. And only in 2003 and 2006 in the town of Kamenka Buhska water is sulphate-hydrocarbonate magnesium-calcium. From 2000 to 2011, the exceeding of fishing standards by chemical need for oxygen, biochemical oxygen demand (after 5 days), dissolved oxygen, ions of ammonium, nitrites, phosphates, ferrum, that indicates a significant anthropogenic pollution of the River Western Buh has been fixed. Decrease in concentrations of sulphates, hydrocarbonates, calcium, value of mineralization and hardness are observed with the stream of the river.

According to generalized environmental index, the quality of the river water downstream changes from slightly polluted to almost pure. It is established that dynamics of changes in values of generalized indicators of the water quality in the upper part of the river basin according to average values of indicators is determined by indicators of ecological-sanitary block.

The results of the work may be used in the design organizations and institutions during the developing and planning of water protection measures in the basin of the River Western Buh in order to reduce the influence of anthropogenic factors and the observance of the proper condition of surface waters.