

A map of the Western Bug basin in Ukraine, showing the river network and major cities. The river is highlighted in a darker blue. The map includes labels for 'Західний Буг' (Western Bug), 'Північний канал' (Northern canal), 'Луцьк' (Lutsk), 'Львів' (Lviv), 'Ратна' (Ratna), 'Сеня' (Senya), 'Ужгород' (Uzhhorod), and 'Білий канал' (White canal).

**М. Р. ЗАБОКРИЦЬКА**  
**В. К. ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ**  
**А. П. МАНЧЕНКО**

# **ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**М.Р. ЗАБОКРИЦЬКА**  
**В.К. ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ**  
**А.П. МАНЧЕНКО**

**ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН**  
**БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ**  
**НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

Київ  
Ніка-Центр  
2006

УДК 556.114(075.8)

ББК 26.22

3-12

**Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П.**

3-12 Гідроecологічний стан басейну Західного Бугу на території України. – К.: Ніка Центр, 2006. – 184 с.

ISBN 966-521-397-0

В монографії розглядається комплекс питань, присвячених вивченню закономірностей формування хімічного складу води, гідрохімічного режиму та стоку хімічних речовин річок басейну Західного Бугу. Подано результати розрахунку іонного стоку з української та польської частин басейну. Висвітлено особливості часової та просторової динаміки якості річкових вод басейну. Охарактеризовано стан ведення національного та транскордонного моніторингу.

УДК 556.114(075.8)

ББК 26.22

**Zabokrycka M.R., Chilczewski W.K., Manczenko A.P.**

**Hydrologiczny stan dorzecza Bugu na obszarze Ukrainy**

W niniejszej monografii rozpatruje się zagadnienia, dotyczące badań zasad formowania składu chemicznego wody, hydrochemicznych warunków oraz ścieku chemicznych substancji dorzecza Bugu. Przedstawiono wyniki obliczeń ścieku jonowego z ukraińskiej i polskiej strony dorzecza. Przedstawiono specyfikę czasowej oraz przestrzennej dynamiki jakościowej wód rzecznych dorzecza. Scharakteryzowano stan prowadzenia narodowego i transgranicznego monitoringu.

**Zabokrytska M.R., Khilchevskiy V.K., Manchenko A.P.**

**Hydroecological status of Zakhidnyj' Buh Basin in the territory of Ukraine**

Number of issues concerning study of water chemical composition forming, hydrochemical regime and discharge of chemical compounds with the rivers of Zahidny Bug Basin is considered. Results of ions discharge from Polish and Ukrainian part of the basin are presented. Peculiarities of time and spatial dynamics of river water quality are highlighted. Current state of national and transboundary monitoring is characterized.

Рецензенти: *І.П. Ковальчук*, д-р геогр. наук, професор,

Львівський національний університет імені Івана Франка

*М.І. Ромась*, д-р геогр. наук,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Затверджено Вченими радами Українського науково-дослідного гідрометорологічного інституту 22.03.2006 р. та географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка 13.03.2006 р.

ISBN 966-521-397-0



9 789665 213970

© М.Р.Забокрицька, В.К.Хільчевський,  
А.П.Манченко, 2006

# ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕНОСТІ БАСЕЙНУ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	6
1.1. Стан вивченості басейну р. Західний Буг.....	6
1.2. Методика досліджень.....	11
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ І ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В БАСЕЙНІ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ.....	18
2.1. Рельєф та фізико - географічне районування басейну.....	18
2.2. Кліматичні умови.....	24
2.3. Загальні риси геологічної будови та гідрогеологічні умови.....	25
2.4. Торфо-болотні райони та водно – заповідний фонд басейну.....	27
2.5. Водокористування та водовідведення. Господарська діяльність в басейні р. Західний Буг..	28
РОЗДІЛ 3. ГІДРОЛОГІЧНІ УМОВИ БАСЕЙНУ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ.....	40
3.1. Гідрографічна характеристика басейну.....	40
3.2. Гідрологічний режим річок.....	43
3.3. Характеристика озер басейну р. Західний Буг.....	54
РОЗДІЛ 4. ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ ТА СТІК ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ.....	56
4.1. Загальні положення дослідження гідрохімічного режиму.....	56
4.2. Фізико-хімічні показники води.....	59
4.3. Головні іони та мінералізація води.....	66
4.4. Біогенні речовини.....	81
4.5. Мікроелементи.....	88
4.6. Специфічні забруднювальні речовини.....	94
4.7. Стік хімічних речовин з водами Західного Бугу з території України.....	100



РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ РІЧКОВИХ ВОД БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ.....	107
5.1. Загальні положення оцінки якості річкових вод.....	107
5.2. Екологічна оцінка якості річкових вод басейну за середньорічними даними.....	109
5.3. Екологічна оцінка якості річкових вод басейну за сезонами та її зв'язок з водністю.....	116
РОЗДІЛ 6. СУЧАСНИЙ СТАН НАЦІОНАЛЬНОГО І ТРАНСКОРДОННОГО МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ РІЧКОВИХ ВОД БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ	123
6.1. Міжнародні та національні системи моніторингу вод.....	123
6.2. Сучасний стан національного моніторингу якості річкових вод басейну Західного Бугу.....	130
6.3. Методичні аспекти транскордонного моніторингу якості річкових вод басейну Західного Бугу.....	134
ВИСНОВКИ.....	141
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	145
ДОДАТКИ.....	157
ADNOTACJA PO POLSKU (Анотація польською мовою).....	165
HIDROEKOLOGICZNY STAN TRANSGRANICZNEGO DORZECZA BUGU NA OBSZARZE UKRAINY.....	166

## ПЕРЕДМОВА

В ухвалі 5-ої Всеєвропейської конференції міністрів охорони навколишнього природного середовища “Довкілля для Європи” (м.Київ, 2003 р.) серед низки екологічних питань особлива увага приділяється вирішенню водоохоронних проблем, спрямованих на поліпшення управління, використання та охорону водних ресурсів транскордонних річок. У цьому розумінні р. Західний Буг, водними ресурсами якої користуються не тільки Україна, а й Польща та Білорусь, займає особливе географічне положення, завдяки якому поверхневий стік з 1,7% території України через р. Вісла спрямовується в Балтійське море.

Формування водних ресурсів транскордонної р. Західний Буг починається, власне, на території України – у Львівській області. Пізніше, протягом 184,8 км річка є природним державним кордоном між Україною (Волинська область) і Польщею, а протягом 178,2 км між Польщею та Білоруссю. Значне антропогенне навантаження на екосистему річки на українській ділянці призводить до цілого комплексу негативних процесів. Для природоохоронних органів сусідньої Польщі, де Західний Буг впадає у Зегжинське водосховище, що є головним ресурсом питної води для м. Варшава, стан якості води річки є особливо актуальним. Відповідно, гідроекологічні проблеми, які можуть виникати на території української частини басейну не обмежуються важливим значенням лише для нашої держави.

Щоб вирішувати певні проблеми, треба їх детально дослідити і чітко усвідомити. На нашу думку, не дивлячись на цілу низку публікацій у наукових виданнях, дотепер відсутні узагальнення з гідроекологічної тематики, присвячені українській частині басейну Західного Бугу. Відповідно, в даній роботі зроблено спробу ліквідувати цю прогалину, особливо з питань, що стосуються закономірностей формування хімічного складу води, гідрохімічного режиму, стоку хімічних речовин, оцінки якості вод та узгодження моніторингу річкових вод басейну.

Монографія є результатом співпраці науковців відділу гідрохімії Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (с.н.с., канд. геогр. наук М.Р. Забокрицької, дисертація якої присвячена басейну Західного Бугу та н.с. А.П. Манченка, одного з основних розробників комп'ютерної інформаційно-аналітичної системи “Хімічний склад та якість поверхневих вод України” – ІАС “Aqua Guard”), а також кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (завідувача кафедри, д-ра геогр. наук, професора В.К. Хільчевського). Автори з вдячністю відзначають важливу координаторську роль у виконанні досліджень та підтримку у виданні монографії директора Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту В.І. Осадчого.

## РОЗДІЛ 1

# СТАН ВИВЧЕНОСТІ БАСЕЙНУ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 1.1. Стан вивченості басейну р. Західний Буг

**Природні умови та природно-ресурсний потенціал.** Історію вивчення басейну р. Західний Буг слід розглядати як складову частину досліджень природних умов Львівської та Волинської областей (на території яких розташована українська частина басейну).

Серед перших узагальнюючих досліджень, зокрема, Волинської губернії, слід відзначити роботи відомого вченого П.А. Тутковського, які присвячені вивченню природних умов у цілому, геологічної будови та гідрогеологічних умов території, опису деяких водотоків і водойм [124-125]. Геоморфологічні аспекти деякої частини даної території висвітлювалися О.М. Мариничем під час досліджень Українського Полісся [79]. Значним є внесок К.І. Геренчука, який досліджував територію Львівської і Волинської областей [17-18], а також виконав фізико-географічне районування цього регіону [126]. Із структурою ландшафтів Волинського Полісся та їх еколого-меліоративним аналізом можна ознайомитися у роботах Н.І. Карпенка та П. Климовича [47, 52]. Вчені Волинського державного університету ім. Лесі Українки (Я.О. Мольчак, Л.В. Ільїн, Ф.П. Тарасюк) [46, 81, 84] досліджували лімно-географічні характеристики озер Волині. Сучасним проблемам геоморфології Західного Полісся і Західного Поділля в цілому та, зокрема, вивченню структури річкової системи Західного Бугу та її трансформації присвячена низка робіт вчених Львівського національного університету імені Івана Франка на чолі з І.П. Ковальчуком [54, 56, 58, 60, 62]. Еколого-геоморфологічному аналізу басейну р. Західний Буг присвячена кандидатська дисертація Л.П. Курганевич [69]. Еколого-ландшафтознавчий аналіз гірничо-промислових територій Львівської області виконав у своїй кандидатській роботі Є.А. Іванов [44].

Клімат нижньої ділянки української частини басейну Західного Бугу охарактеризований у роботі Я.О. Мольчака, Б.П. Клімчука, Ф.П. Тарасюка та Н.А. Тарасюк [82].

Ґрунтова оцінка природно-ресурсного потенціалу досліджуваної території наведена в монографії, присвяченій Єврорегіону "Буг", виданій за редакцією Б.П. Клімчука, П.В. Луцишина та В.Й. Лажніка [23]. Створене 29 вересня 1995 р. транскордонне об'єднання Єврорегіон "Буг" охоплювало на той час адміністративні території лише України (Волинська область) та Польщі (Хелмське, Замостське, Люблінське і

Тарнобжезьке воєводства), які поєднує басейн Західного Бугу. Пізніше (1998 р.), територія Єврорегіону “Буг” розширилася за рахунок приєднання адміністративних територій Польщі (Білопідляське воєводство) та Білорусі (Брестська область). У 2000 р. до складу об’єднання увійшли також Сокальський та Жовківський райони Львівської області (Україна). У 2001 р. Н.П. Луцишина та П.В. Луцишин у роботі [74], охарактеризували сучасну еколого-господарську ситуацію, яка склалася на території Єврорегіону “Буг”.

**Гідрологічні аспекти.** Відомості з історії формування мережі гідрологічних спостережень у басейні р. Західний Буг наводить М.М. Айзенберг у роботі [1]. За цими даними до 1900 р. на досліджуваній частині басейну вже функціонувало 6 гідрологічних постів. Найбільш ґрунтовна характеристика гідрологічного режиму верхньої частини р. Західний Буг наведена в “Ресурсах поверхневих вод СРСР. Україна и Молдавия. 1969. Т. 6, вып. 1” [109]. Згодом П.Ф. Вишневським досліджувалося питання впливу господарської діяльності на зміну поверхневого стоку в басейні р. Західний Буг [10]. Автор зазначає, що серед різних видів господарської діяльності в межах водозбору (осушення заболочених територій, спорудження водосховищ, агротехнічні заходи), зменшенню поверхневого стоку річок в басейні Західного Бугу в 70-ті роки ХХ ст. сприяли безпосередній забір води на господарсько-питне і технічне водопостачання, зволоження сільськогосподарських земель та ін. Крім того, відзначається вплив кліматичних факторів на характер коливань величин річкового стоку.

Особливостями формування меженного стоку річок басейну Західного Бугу займалися М.І. Дрозд та К.А. Лисенко [21]. Проведений ними аналіз гідрогеологічних даних виявив неспівпадіння поверхневого і підземного (у крейдових відкладах) водозборів і можливість інтенсивного дренажу підземних вод річками на деяких ділянках. Це, в свою чергу, призвело до відхилення величин шару стоку літньої межні від середніх значень в сторону їх збільшення (р. Західний Буг – смт Сасів).

Вивченням особливостей формування і розподілу характеристик максимального стоку весняної повені займалися Я.О. Фоменко та І.І. Волошин [127]. Встановлено, що різний ступінь закарстованості та заболоченості окремих ділянок басейну Західного Бугу визначає більшу чи меншу зарегульованість весняного стоку. Пізніше, Г.В. Павленко та С.П. Шендрик у роботі [97] показали можливості прогнозування об’єму і максимальних витрат весняної повені р. Західний Буг – м. Кам’янка-Бузька за даними про снігозапаси і характеристики витрат до початку повені і норми опадів за період повені.

Виконані П.Ф. Вишневським дослідження максимальних рівнів води на річках басейну Західного Бугу дозволили автору отримати

розрахункові характеристики максимальних витрат води 1 % і 25 % забезпеченостей, а також статистичні параметри рядів спостереження за 11 створами [11].

Питанню створення карт руслових процесів, як бази для проведення досліджень екологічного стану верхньої частини басейну р. Західний Буг та деяким аспектам, власне, гідрологічних досліджень присвячені роботи Л.П. Курганевич [71, 133]. Гідрологічна характеристика басейну р. Західний Буг за водним, термічним і льодовим режимами та стоком наносів виконана І.П. Ковальчуком, Л.П. Курганевич та А. Михнович у роботі [55] та І.П. Ковальчуком і В.К. Хільчевським у роботі [61]. В роботі В.І. Вишневського і О.О. Косовця [9] міститься табличний матеріал за деякими пунктами спостереження на річках басейну Західного Бугу, який стосується даних про характерні рівні та витрати води до 2000 р. включно.

**Гідрохімічні аспекти.** *Хімічний склад води* р. Західний Буг за головними іонами коротко охарактеризований в “Ресурсах поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. 1969. Т. 6, вып. 1” [109]. У роботах вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка Л.М. Горєва, В.І. Пелешенка і В.К. Хільчевського [19] та В.І. Пелешенка і В.К. Хільчевського [100], присвячених дослідженню хімічного складу річкових вод України в цілому, наводиться більш широкий діапазон середніх багаторічних даних про хімічний склад води р. Західний Буг (головні іони, біогенні речовини та деякі мікроелементи), проте, за одним пунктом спостереження – м. Сокаль.

Хімічний склад води р. Західний Буг (м. Сокаль) за вмістом головних іонів, сполук азоту та значенням БСК<sub>5</sub> за 1990 і 1995 рр. охарактеризований у роботі М.О. Клименка, Є.О. Лихо та Н.М. Вознюк [50]. Автори статті порівнюють середні значення концентрацій хімічних компонентів за ці роки з гранично допустимими концентраціями (ГДК).

В.І. Осадчий [96], аналізуючи основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України за період 1995-1999 рр., для річок басейну Західного Бугу відзначає тенденцію підвищення середньорічних значень рН води; відсутність істотних змін у концентраціях фосфатів, які в 90 % випадків перевищували ГДК; відчутне зменшення концентрацій  $Fe$  та  $Cr^{6+}$ ; стабілізацію концентрацій міді, марганцю та цинку, хоча з перевищенням ГДК (у 90-100 % визначень).

У роботі Н.М. Осадчої та В.І. Осадчого [91], присвяченій дослідженню особливостей формування хімічного складу поверхневих вод України в 2000 р., містяться дані про хімічний склад води р. Західний Буг (за мінералізацією, головними іонами, біогенними та специфічними забруднювальними речовинами). В даній роботі та особливо в наступній [92], автори визначають в останні роки певну

тенденцію до зростання вмісту  $\text{HCO}_3^-$  за рахунок надходження з водами підземного живлення з мергельно-крейдяних відкладів і, відповідно, певного зростання значень рН.

В роботі В.І. Вишневецького та В.О. Косовця в розділі, присвяченому гідрохімічній характеристиці річок України, наводиться табличний матеріал середніх (за 1997-2000 рр.) значень суми іонів, вмісту кисню, сполук азоту, фосфору та специфічних забруднювальних речовин [8].

*Гідрохімічний режим* р. Західний Буг фрагментарно охарактеризований у вище згадуваній монографії [110]. В ній подані табличні дані лише за складом головних іонів у воді р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, під час весняної повені (1950 р.) та літньо-осінньої і зимової межені (1949 р.). Пізніше, Л.М. Горев, В.І. Пелешенко та В.К. Хільчевський [19, 100] наводять середні багаторічні сезонні дані за концентраціями головних іонів, біогенних речовин (сполук азоту і фосфору), величині біхроматної окиснюваності, а також умісту окремих мікроелементів (мідь, цинк, хром) у воді р. Західний Буг – м. Сокаль. Це дає певну уяву про внутрішньорічні коливання зазначених гідрохімічних показників у воді річки в 50-80-ті роки ХХ ст.

*Стік хімічних речовин* р. Західний Буг певною мірою охарактеризований у роботі Д.В. Закревського, В.І. Пелешенка та В.К. Хільчевського [41], присвяченій вивченню стоку хімічних компонентів річок України. На картосхемах стоку головних іонів, біогенних речовин (сполук азоту, фосфору, кремнію), а також органічних речовин з водами річок з території України наведені показники, що отримані для пункту р. Західний Буг – м. Сокаль, для весняної повені, літньо-осінньої та зимової межені.

*Оцінка якості води* р. Західний Буг – м. Сокаль за індексами забрудненості води (ІЗВ) за сезонами (весняна повінь, літньо-осіння та зимова межені) виконувалася В.К. Хільчевським та К.О. Чеботьком при дослідженні еколого-гідрохімічного стану річок України [132].

Характеризуючи стан забрудненості річок України та його динаміку протягом 1978-1998 рр., через порівняння вмісту забруднювальних речовин з ГДК, І.А. Колісник у роботі [63] відзначає, що порівняно з початком 70-их років ХХ ст. забрудненість річок басейну Західного Бугу в кінці 90-их років зберігалася приблизно на одному рівні. Якість води р. Західний Буг розглядається також в публікаціях по стану поверхневих вод України в роботах О.О. Косовця (за 2000 р.) та І.А. Колісник, О.О. Косовця, Н.Г. Радзівської (за 1992-2003 рр.) [64, 66].

У згадуваній вище роботі Н.М. Осадчої та В.І. Осадчого [91], за “Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” [112] поряд з іншими річковими басейнами території України виконано порівняння якості води басейну р. Західний Буг за 1999 і 2000 рр.

У роботі І.П. Ковальчук та Л.П. Курганевич [59] виконана оцінка якості води річок басейну Західного Бугу в межах Львівської області за період 1989-2001 рр. із використанням ІЗВ. Ними зроблена спроба кількісно показати частку хімічного та біологічного забруднення річкових вод, а також механічного забруднення (за означенням авторів).

У зв'язку з виконанням екологічної оцінки поверхневих вод території Волинської області, якість води р. Західний Буг досліджували А.В. Яцик, А.П. Чернявська та І.В. Гопчак [139].

*Транскордонні аспекти* проблеми моніторингу якості води р. Західний Буг висвітлюються у роботі Державної інспекції охорони довкілля Республіки Польща, виданій у 1997 р. [144]. У монографії наведена детальна характеристика якості води прикордонної ділянки річки за 1990-1996 рр. Аналіз даних гідрохімічного моніторингу за 9 польськими прикордонними пунктами свідчить про те, що на даній ділянці річки вода є забрудненою за бактеріологічними показниками та вмістом біогенних речовин (особливо за рахунок фосфатів, загального фосфору і нітритів). При цьому, використовувалися також дані української сторони, надані Держуправліннями екології та природних ресурсів у Львівській і Волинській областях. У книзі зроблено висновок про те, що на територію Польщі вода Західного Бугу надходить з України надмірно забрудненою, хоча за досліджувані роки спостерігалася певна тенденція до покращення її якості. Зазначене видання є передвісником (за означенням авторів) процесу укріплення прикордонного співробітництва трьох держав (Польщі, України, Білорусі) у сфері скоординованого і методично уніфікованого дослідження якості води р. Західний Буг.

Співробітництво наукових і виробничих природоохоронних установ України, Польщі та Білорусі ефективно відбувалося в рамках міжнародного проекту “Транскордонний моніторинг та оцінка якості води річок Західний Буг, Уж та Латориця” (TACIS, 1997-2001 рр.) [143]. Українською стороною була виконана екологічна оцінка якості поверхневих вод Західного Бугу за відповідними категоріями [117]. Як зазначається в опублікованих роботах, зокрема, О.П. Оксіюк, В.М. Тімченка та Т.М. Дяченко [90], а також С.І. Сніжка і Т.В. Боднарчук [119], погіршення якості води р. Західний Буг обумовлено, в основному, наявністю біогенних та органічних речовин, деяких важких металів (мідь, хром, цинк) та фенолів. Звертається також увага на необхідність уніфікації методик визначення і форм надання результатів, а також на розміщення пунктів моніторингу якості води річки.

К.Л. Мовчан та В.М. Самойленко, розглядаючи питання водокористування і водовідведення на транскордонних річках України, характеризують також умови використання води і джерел забруднення в басейні р. Західний Буг [80].



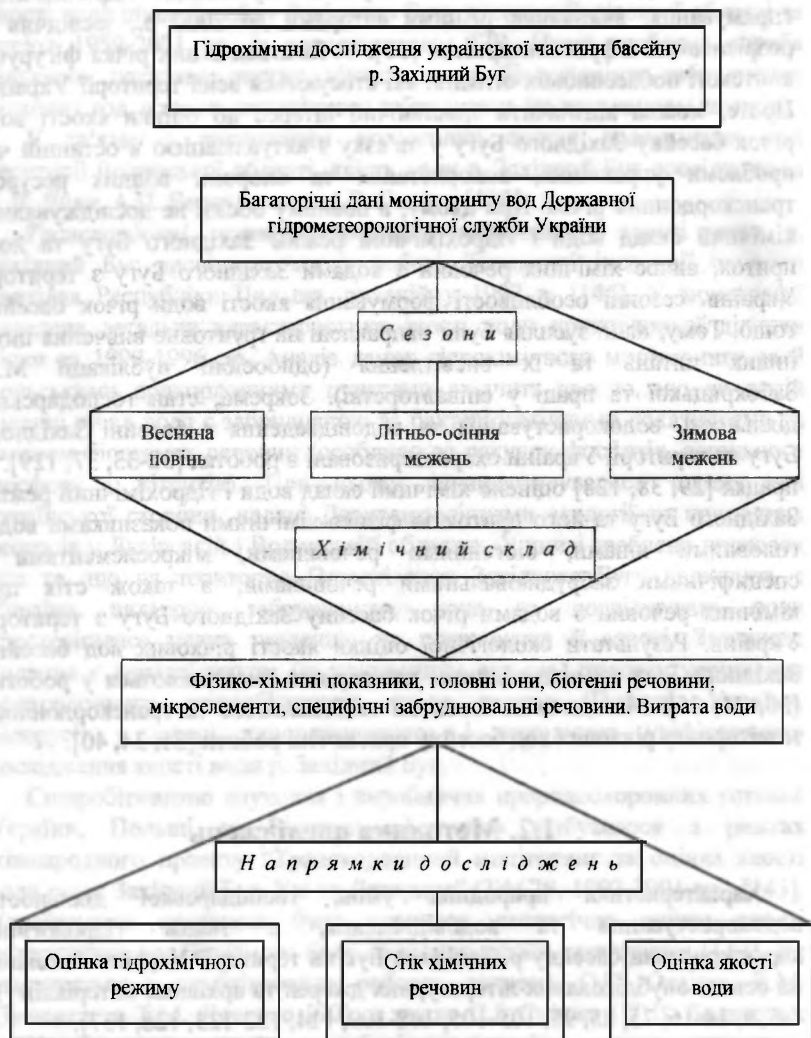
В цілому, детальний аналіз наукових публікацій гідрохімічного спрямування, виконаних різними авторами до 2000 р., засвідчив їх розрізненість і фрагментарність [35]. У багатьох з них річка фігурує в контексті побасейнових оглядів, які стосуються всієї території України. Проте, можна відзначити зростаючий інтерес до оцінки якості води річок басейну Західного Бугу у зв'язку з актуалізацією в останній час проблеми управління, використання та охорони водних ресурсів транскордонних річок. При цьому, в повному обсязі не досліджувалися хімічний склад води і гідрохімічний режим Західного Бугу та його приток, внос хімічних речовин з водами Західного Бугу з території України, сезонні особливості формування якості води річок басейну тощо. Тому, наші зусилля були направлені на ґрунтовне вивчення цих і інших питань та їх висвітлення (одноосібні публікації М.Р. Забокрицької та праці у співавторстві). Зокрема, стан господарської діяльності, водокористування та водовідведення в басейні Західного Бугу на території України охарактеризовані в роботах [32-33, 37, 129]. У працях [29, 38, 128] оцінено хімічний склад води і гідрохімічний режим Західного Бугу та його приток за фізико-хімічними показниками води, головними іонами, біогенними речовинами, мікроелементами і специфічними забруднювальними речовинами, а також стік цих хімічних речовин з водами річок басейну Західного Бугу з території України. Результати екологічної оцінки якості річкових вод басейну Західного Бугу за відповідними категоріями висвітлюються у роботах [30, 34, 36]. Методичним аспектам національного та транскордонного моніторингу річкових вод басейну присвячені роботи [31, 34, 40].

## 1.2. Методика досліджень

Характеристика природних умов, господарської діяльності, водокористування та водовідведення, а також гідрологічна характеристика басейну р. Західний Буг на території України виконана на основі опублікованих літературних джерел та архівних матеріалів [1, 4-6, 9, 14-16, 75, 85, 98, 103-105, 108-109, 114, 122-123, 126, 137].

Інформаційною основою запропонованої методичної схеми комплексу гідрохімічних досліджень української частини басейну Західного Бугу слугували результати, отримані Державною гідрометеорологічною службою України на мережі спостережень за станом поверхневих вод за період 1971-2003 рр. (рис. 1.1).

Для характеристики та оцінки гідрохімічного режиму Західного Бугу та його приток було визначено 14 пунктів спостереження за хімічним складом вод: 7 – на р. Західний Буг, 7 – на її притоках (річки Полтва, Рата, Солокія, Луга) (рис. 1.2., табл. 1.1).



*Рис. 1.1. Схема комплексу гідрохімічних досліджень української частини басейну р. Західний Буг*



Рис. 1.2. Картохема мережі пунктів моніторингу річкових вод басейну Західного Бугу на території України: Державна гідрометслужба України – ▲ гідрохімічні, ▼ гідрологічні; Держуправління екоресурсів Мінприроди України – ○ гідрохімічні (назви пунктів див. за порядковими номерами в табл. 1.1). Умовний, розрахунковий гідрологічний створ – ■

**Таблиця 1.1. Пункти моніторингу річкових вод басейну Західного Бугу на території України**

№ з/п *	Річка-пункт	№ з/п *	Річка-пункт
Державна гідрометслужба України			
<i>Гідрохімічні пости</i>			
1	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	8	р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста
2	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	9	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста
3	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	10	р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села
4	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	11	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста
5	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	12	р. Луга – м. Володимир- Волинський, 1 км вище міста
6	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	13	р. Луга – м. Володимир- Волинський, в межах міста
7	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	14	р. Луга – м. Володимир- Волинський, 3 км нижче міста
<i>Гідрологічні пости</i>			
1	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька	2	р. Полтва – м. Буськ
Держуправління екоресурсів Мінприроди України			
<i>Гідрохімічні (транскордонні) пости</i>			
1'	р. Західний Буг – м. Устилуг	2'	р. Західний Буг – с. Ягодин

Примітка \*. Номери пунктів відповідають номерам на рис. 1.1.

Вихідну гідрохімічну інформацію за період 1989-2003 рр. по кожному пункту спостереження було згруповано відповідно до основних сезонів: весняна повінь, літньо-осіння та зимова межени. Це дало змогу виділити генетично однорідні сукупності, що характеризують періоди з переважанням тих чи інших процесів формування хімічного складу річкових вод під впливом сезонних змін.

Із сформованих за сезонами рядів гідрохімічних даних виводилися середні значення для наступних груп компонентів хімічного складу води: 1) фізико-хімічні показники – ( $pH$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ , біхроматна окиснюваність –  $BO$ , біохімічне споживання кисню за 5 діб –  $BCK_5$ ); 2) головні іони – ( $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ) та мінералізація води; 3) біогенні речовини – ( $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_2^-$ ,  $N-NO_3^-$ ,  $N_{заг.}$ ,  $P_{мін.}$ ,  $P_{заг.}$ ,  $Si$ ); 4) мікроелементи – ( $Fe_{заг.}$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Mn$ ); 5) специфічні забруднювальні речовини – ( $CIPAR$ , феноли, нафтопродукти).

За період 1971-2003 рр. досліджувалися багаторічні коливання витрат води по р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста),

а також апроксимувалася динаміка середньорічних концентрацій головних іонів ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) та величини мінералізації води Західного Бугу за 3 пунктами і 6 створами, що розташовані безпосередньо на річці: м. Буськ – 1 км вище міста та 1 км нижче міста; м. Кам'янка-Бузька – 1 км вище міста та 1 км нижче міста; м. Сокаль – 0,5 км вище міста та 2 км нижче міста.

Обробка первинних даних проводилася за допомогою розробленої в 2000 р. у відділі гідрохімії Українського науково – дослідного гідрометеорологічного інституту МНС України і НАН України (УкрНДГМІ) комп'ютерної інформаційно-аналітична система (ІАС) “Хімічний склад та якість поверхневих вод України” (ІАС “Aqua Guard”) під науковим керівництвом В.І. Осадчого. ІАС “Aqua Guard” апробована та адаптована для всіх великих річкових басейнів України [93-94].

**Інформаційно-аналітична система “Aqua Guard”** складається з окремих програмних блоків (інфо, занесення, кадастр, гранично-допустимі концентрації, графіки, якість) для занесення, зберігання, комплексної обробки та візуалізації первинної гідрохімічної інформації.

Блок “Інфо” – дозволяє отримати загальні дані про ІАС. “Занесення” – надає можливість заносити первинні дані постійного та епізодичного контролю за пунктами та створами відбору проб із занесенням даних про виконавця (замовника). Для виключення можливості несправності система введення інформації знаходиться під захистом пароля, тому проводиться тільки користувачем з досвідом. “Експорт” – дозволяє вибрати дані за результатами спостережень постійного та епізодичного контролю за довільно обраний проміжок часу для території всієї України, окремого басейну, пункту чи створу. Крім того, можна здійснювати пошук у заданих межах з можливістю експортувати сформовані виборки в різноманітних загальноприйнятих форматах. “Кадастр” – надає можливість отримувати перелік пунктів відбору проб, готувати матеріал про фізичні властивості, газовий склад, вміст головних іонів, органічних речовин, біогенних елементів, металів у форматі “Державного водного кадастру. Щорічні дані про якість поверхневих вод суші”. Також можуть бути розраховані статистичні параметри виборок. “Гранично допустимі концентрації (ГДК)” – дозволяє розраховувати відсоток випадків перевищення ГДК в 1, 2-...5 разів. “Графіки” – надає можливість будувати графіки часового та просторового рядів, гістограми, емпіричні функції динаміки рядів, а також тематичні карти з використанням ГІС MapInfo, чи графічної системи AquaMap, розробленої у відділі гідрохімії УкрНДГМІ. “Якість” – дозволяє розраховувати категорії якості поверхневих вод на базі середніх та максимальних значень гідрохімічних показників для річок у цілому по території України, в межах окремого басейну або

окремого пункту чи створу. Отримана інформація подається як в табличному, так і картографічному варіантах.

Для розрахунку стоку хімічних речовин (головні іони, біогенні речовини, мікроелементи), крім даних щодо хімічного складу води, які лягли в основу характеристики гідрохімічного режиму, використано дані лабораторії гідрологічних досліджень і розрахунків УкрНДГМІ стосовно водного стоку р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька) та р. Полтва (м. Буськ) (див. табл. 1.1).

Слід відзначити, що ні в системі Державної гідрометслужби України, ні в Держуправлінні екоресурсів Мінприроди України гідрологічного поста на р. Західний Буг на стику кордонів трьох держав на жаль немає. Відповідно, нами було запропоновано і реалізовано наступний методичний підхід. Для оцінки сумарного річного (1989-2003 рр.) та внутрірічного (сезонного) розподілу стоку хімічних речовин з водами Західного Бугу з території України було обрано умовний розрахунковий створ на р. Західний Буг на кордоні України з Польщею та Білоруссю, за яким розраховувалися характеристики з водного стоку (див. рис. 1.2).

Іонний стік обчислювали загальноприйнятим методом за формулою:

$$R_i = W \cdot C, \quad (1.1)$$

де  $W$  – об'єм водного стоку,  $\text{м}^3/\text{рік}$ ;

$C$  – концентрація (г, мг) іонів або їхньої суми в  $1 \text{ м}^3$  води за досліджуваний період.

Крім абсолютного значення іонного стоку, розраховувалася відносна величина – показник іонного стоку  $P_i$ , розмірність якого виражається в тоннах з одного квадратного кілометра з площі водозбору на рік –  $\text{т}/\text{км}^2$  рік (сезон). Величина  $P_i$  пов'язана з іонним стоком з території наступним чином:

$$P_i = R_i / F, \quad (1.2)$$

де  $F$  площа водозбору,  $\text{км}^2$ .

Стік біогенних речовин і мікроелементів та їх показники обчислювали аналогічно.

Екологічна оцінка якості річкових вод басейну Західного Бугу виконувалася на базі ІАС "Aqua Guard", згідно офіційно прийнятого в Україні (1999 р.) міжвідомчого керівного нормативного документу "Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями" [112].

Критеріальною основою екологічної оцінки якості води за відповідними категоріями є система екологічних класифікацій, що

грунтуються на трьох блоках показників: сольовий склад води; трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники води; специфічні речовини води токсичної дії.

Блок показників сольового складу води ( $I_1$ ) включає спеціалізовані класифікації якості води за наступними критеріями: мінералізацією; іонним складом (гідрохімічний тип води), забрудненням компонентами сольового складу води (хлориди, сульфати, мінералізація).

Трофо-сапробіологічний (еколого-санітарний) блок ( $I_2$ ) включає наступні групи показників: 1) гідрфізичні; 2) гідрохімічні; 3) гідробіологічні; 4) бактеріологічні; 5) сапробні.

Блок специфічних речовин токсичної дії ( $I_3$ ) включає спеціалізовані класифікації якості води за: вмістом специфічних речовин води; рівнем токсичності.

В цілому, екологічна оцінка полягає: *по-перше*, у визначенні блокових індексів якості води для кожного з трьох блоків ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ); *по-друге*, у виконанні об'єднаної екологічної оцінки якості води за допомогою інтегрального екологічного індексу  $I_E$  (обчислюється як середнє з суми  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ); *по-третьє*, за допомогою цих індексів визначається приналежність вод до певного класу та категорії якості води з використанням екологічних класифікацій за критеріями сольового складу води, трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) та вмістом специфічних речовин води токсичної дії.

З метою оцінки якості води на транскордонній ділянці р. Західний Буг також задіяні дані гідрохімічних спостережень, що отримані на транскордонних пунктах моніторингу Держуправління екоресурсів Мінприроди України у Волинській області (див. рис. 1.2 і табл. 1.1).



## РОЗДІЛ 2

# ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ І ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В БАСЕЙНІ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ

### 2.1. Рельєф та фізико-географічне районування басейну

Згідно з фізико-географічним районуванням України [126] територія української частини басейну р. Західний Буг знаходиться у двох фізико-географічних зонах: лісостеповій і зоні мішаних лісів (Українське Полісся) (рис. 2.1, табл. 2.1).

В лісостеповій зоні на території басейну Західного Бугу розрізняють такі фізико-географічні області та райони: Західно-Подільська фізико-географічна область (фізико-географічний район – Подільське горбогір'я); Мале Полісся (фізико-географічні райони – Буго-Стирський, Грядове Побужжя, Ратинський); Розточчя і Опілля (фізико-географічний район – Розточчя); Волинська височина (Надбузький фізико-географічний район) (див. рис. 2.1 і табл. 2.1).

*Західно-Подільська фізико-географічна область.* Фізико-географічний район *Подільське горбогір'я* – це своєрідний фізико-географічний район, що займає північну околицю Західно-Подільської фізико-географічної області.

За К.І. Геренчуком [18], Подільське горбогір'я починається на південний схід від Львова з так званого Давидівського пасма – вузькою, горбистою і лісною смугою. Далі простягається Гологірське пасмо, а за м. Золочевим починається новий відтинок краю Подільського горбогір'я, який у географічній літературі інколи називають “Вороняками”, оскільки с. Вороняки, від якого походить ця назва, лежить на захід від м. Золочева, тобто на Гологірському пасмі. Відповідно, відтинок Подільського горбогір'я у межах Львівської області, між м. Золочевим та смт Підкамінь, називається Верхобуським пасмом, бо саме на ньому починаються витoki Західного Бугу, що й закріплено в назві села Верхобуж.

У бік алювіально-зандрової рівнини Малого Полісся фізико-географічний район Подільське горбогір'я обривається високим уступом. Орографічно район є частиною головного вододілу між басейнами річок Прип'ять, Західний Буг і Дністер. Західний Буг перетинає вододіл, утворюючи наскрізні долини загального напрямку із північного заходу на південний схід.

Геоморфологічно цей район характеризується досить зрілими ерозійно-денудаційними формами. Річкові долини і балки, які

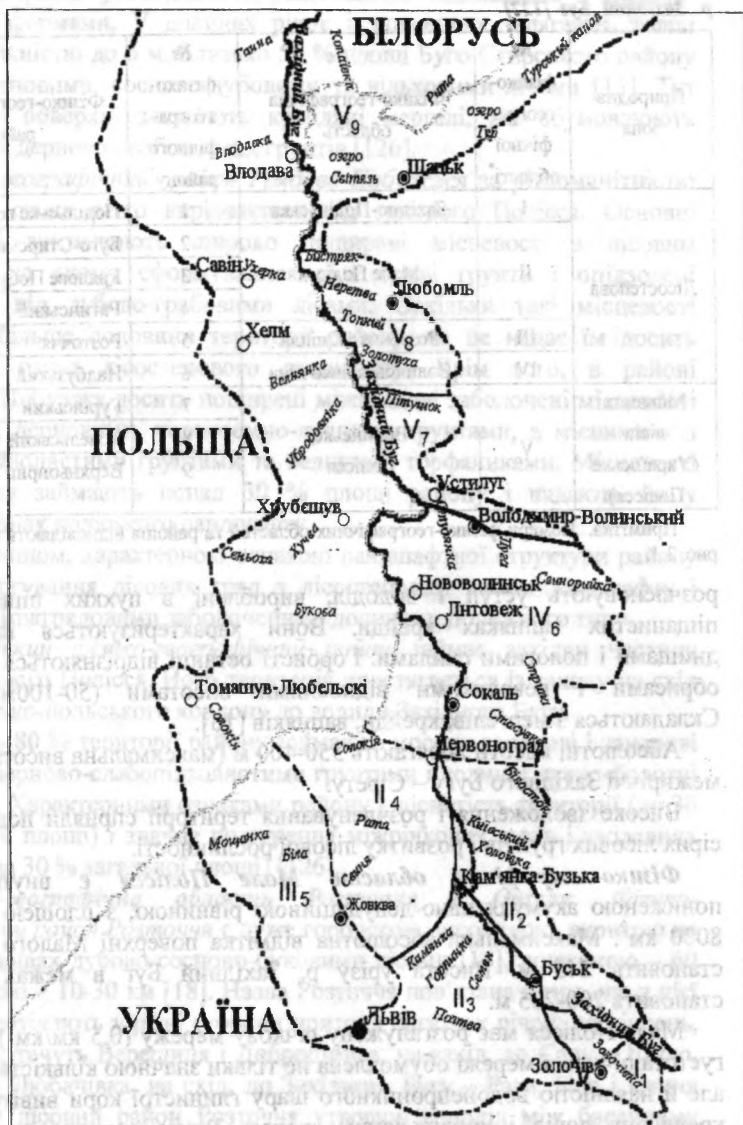


Рис. 2.1. Фізико-географічне районування української частини басейну р.Західний Буг (назви фізико-географічних областей (I-V) та районів (1-9) див. за порядковими номерами в табл. 2.1).

**Таблиця 2.1. Фізико-географічне районування української частини басейну р. Західний Буг [127]**

Природна зона	№ фізико-географічної області*	Фізико-географічна область	№ фізико-географічного району*	Фізико-географічний район
Лісостепова	I	Західно-Подільська	1	Подільське горбогір'я
	II	Мале Полісся	2	Буго-Стирський
			3	Грядове Побужжя
			4	Ратинський
	III	Розточчя і Опілля	5	Розточчя
IV	Волинська височина	6	Надбужський	
Мішаних лісів (Українське Полісся)	V	Волинське Полісся	7	Гурійський
			8	Ковельський
			9	Верхньоприп'ятський

Примітка.\* Номери фізико-географічних областей та районів відповідають номерам на рис. 2.1.

розчленовують уступ і вододіл, вироблені в пухких піщаниках і піщанистих вапняках крейди. Вони характеризуються широкими днищами і пологими схилами. Горбисті останці відрізняються м'якими обрисами і невеликими відносними висотами (50-100м) [132]. Складаються з мергелів, крейди, вапняків [16].

Абсолютні висоти досягають 350-400 м (максимальна висота 404 м в межиріччі Західного Бугу – Сірету.

Високе зволоження і розчленування території сприяли поширенню сірих лісових ґрунтів і розвитку лісової рослинності.

**Фізико-географічна область Мале Полісся** є внутрішньою пониженою акумулятивно-денудаційною рівниною, з площею близько 8000 км<sup>2</sup>. Максимальна абсолютна відмітка поверхні Малого Полісся становить 245 м. Висота урізу р. Західний Буг в межах області становить 200-205 м.

Мале Полісся має розгалужену річкову мережу (0,5 км/км<sup>2</sup>). Значна густота річкової мережі обумовлена не тільки значною кількістю опадів, але й наявністю водонепроникного шару глинистої кори вивітрювання крейдових порід і уповільненим стоком. Річки, що дрениують Мале Полісся (Західний Буг, Стир, Іква та Горинь), починаються на Подільському плато. Долини річок та їх приток неглибокі, з пологими схилами і широкими днищами.

**Буго-Стирський фізико-географічний район** розташовується між річками Західний Буг на заході та Іквою на сході. Він займає найбільш підвищені вододільні простори Малого Полісся з висотами 190-250 м.

Плоску поверхню ускладнюють різноманітні підвищення з піщано-гравітовими формами. У долинах річок і зниженнях залягають товщі торфу потужністю до 6 м. Близько 50 % площі Буго-Стирського району зайнято сосновими, сосново-дубовими та вільховими лісами [15]. Тут близько до поверхні залягають крейдянні мергелі, які обумовлюють формування дерново-карбонатних ґрунтів [126].

*Фізико-географічний район Грядове Побужжя* за різноманітністю природних ознак різко вирізняється від типового Полісся. Основні відмінності зумовлюють широко поширені місцевості з лісовим покривом, на якому сформувалися сірі лісові ґрунти і опідзолені чорноземи під дубово-грабовими лісами. Оскільки такі місцевості займають більше половини території району, то це надає їм досить виражених ознак лісостепового ландшафту. Крім того, в районі Грядового Побужжя досить поширені міжгрядові заболочені місцевості з лучними, дерновими, чорноземно-лучними ґрунтами, а місцями – з дерново-підзолистими ґрунтами та великими торф'яниками. Місцевості такого типу займають понад 30 % площі району і надають йому помітних ознак поліського ландшафту.

Таким чином, характерною ознакою ландшафтної структури району є чітке чергування лісових гряд з лісостеповим типом ландшафту і широкими міжгрядовими заболоченими долинами поліського типу.

*Ратинський фізико-географічний район* займає західну частину області Малого Полісся. Його територія простягається із заходу на схід від українсько-польського кордону до долини Західного Бугу.

Близько 80 % території району займають морено-зандрові і зандрові рівнини з дерново-слабопідзолистими ґрунтами і долинні лучно-болотні місцевості. Характерними ознаками району є лісистість території (до 30 % загальної площі) і значне поширення міжрічкових луків і заплавних боліт (понад 30 % загальної площі) [126].

*Фізико-географічна область Розточчя і Опілля. Фізико-географічний район Розточчя* є дуже горбистою височиною, вкритою на значних площах дубово-сосново-буковими лісами [14], довжиною – 60 км, шириною – 10-30 км [18]. Назва Розточчя пов'язана з тим, що з цієї височини витікають у різні сторони притоки багатьох річок: на південь, до Дністра, течуть Верещиця і Добростанка, на захід, до Сану – Шкло, Завадівка і Любачівка, на схід, до Західного Бугу – Рата, Біла і Свиня [14]. Отже лісовий район Розточчя утворює вододіл між басейнами Дністра, Сану і Західного Бугу.

Розточчя – це височина асиметричної будови: її максимальні висоти (360-390 м) сконцентровані вздовж північно-східного краю, який різко піднімається 80-100-метровим виступом над прилеглою рівниною Малого Полісся. У напрямку на південний захід поверхня Розточчя поступово знижується.

У геоструктурному відношенні район пов'язаний з Рава-Руською зоною і частково з Львівським палеозойським прогином. Сформований породами крейдового і неогенового віку – мергелями, пісками, вапняковими пісковиками, вапняками. Нерівномірна денудація зумовила ступінчастий характер рельєфу з висотою ступенів до 25 м. Поверхня густо розчленована долинами річок і ярами глибиною 50-100 м [18].

**Фізико-географічна область Волинська височина** піднята, в середньому, на 260 м над рівнем моря з окремими підвищеннями (Повчанські висоти, Мізоцький кряж до 340-360 м над рівнем моря). У межах Львівської області поверхня цієї височини не перевищує 270 м над рівнем моря і утворює досить виразне пасмо, яке називають Сокальським. Долиною р. Західний Буг Сокальське пасмо поділяється на дві майже однакові за площею частини: західну, яку можна назвати Забузькою, і східну – Тартаківську сторони [14].

У порівнянні з сусідніми поліськими фізико-географічними областями Волинська височина істотно вирізняється будовою долин річок. Якщо в межах Малого Полісся долини Західного Бугу слабо врізані, мають пологі схили і морфологічно невиражені надзаплавні тераси, то в межах Волинської височини глибина долин досягає 30-40 м, схили більш круті, в більшості випадків асиметричні. Чітко вимальовуються дві-три надзаплавні тераси.

Звергають на себе увагу долини невеликих річок, зокрема таких приток Західного Бугу як Луга та Свинорійка. Характерними ознаками їх будови є широкі днища з торф'яниками і широкі надзаплавні тераси. На річках бувають нетривалі весняні повені, які закінчуються вже в кінці березня, на початку квітня. Коливання рівнів досягають 1,5-2,0 м, деколи – до 4,0 м.

**Надбузький фізико-географічний район** – хвиляста рівнина, що піднята на 240-250 м над рівнем моря (максимальна – до 270 м) і розчленована пологими балками з широкими заболоченими днищами, терасованими долинами з широкими заплавами, часто заболоченими.

Найпоширенішими ґрунтами району є сірі та світло-сірі опідзолені легкосуглинисті ґрунти; лише на надзаплавних терасах Західного Бугу зустрічаються порівняно невеликі площі опідзолених чорноземів і навіть потужних малогумусних чорноземів. Місцями, наприклад, біля підніжжя схилів долини р. Луга (притока першого порядку р. Західний Буг), там, де оголюються мергелі, зустрічаються на невеликих площах дерново-карбонатні ґрунти.

В зоні мішаних лісів (Українське Полісся) на території басейну р. Західний Буг виділяють одну **фізико-географічну область – Волинське Полісся**, до якої входять наступні фізико-географічні райони: Турійський, Ковельський і Верхньоприп'ятський

(див. рис. 2.1 і табл. 2.1).

*Турійський фізико-географічний район* знаходиться на південному заході Волинського Полісся. Домінуючим видом місцевості цього району є плоскохвилясті супіщані і легкосуглинисті рівнини з близьким заляганням мергелів і крейди, які займають понад 60 % площі всього району. Значні площі (до 15 %) займають заплавні місцевості. Таку ж, приблизно, питому вагу становлять місцевості помірно і добре дренованих рівнин з глибоким заляганням крейди, а все інше припадає на пологі, слабо дреновані западини і мозаїчні межиріччя.

Середні абсолютні висоти Турійського району становлять 190-200 м, що обумовлено високим заляганням крейдової поверхні; завдяки високому заляганням крейди, в районі є декілька озер карстового походження і багато озероподібних котловин.

Поверхня рівнини слабохвиляста, розчленована долинами річок басейну Західного Бугу (верхів'я Неретви і Золотухи). У долинах, висотою 170-175 м, виразно простежується заплава, в якій переважають лучні та болотні місцевості. Межиріччя здебільшого є хвилястими, з розлогими схилами масивів (заввишки понад 200 м), місцями маловиразними, зниженими до 180-185 м. Тут поширений денудаційний рельєф на карбонатній основі з численними карстовими формами – улоговинами, западинами та лійками, часто заповненими водою або заболоченими. Основу сучасного ландшафту (понад 50 % площі) становлять орні землі на родючих перегнійно-карбонатних та дерново-підзолистих ґрунтах. Надмірно зволожені землі інтенсивно меліоровані (осушено понад 50 % меліоративного фонду). Ліси на межиріччях (здебільшого соснові) значною мірою вирубані (лісистість не перевищує 20 %) [17].

*Ковельський фізико-географічний район* розташований між річками Західний Буг і Стохід, у західній частині Любомль-Столинської моренної смуги. Цей район характеризується розчленованим рельєфом: то поодинокі, то витягнуті в ряд пагорби піднімаються на 30-40 м над прилеглими рівнинами і заболоченими котловинами. В основі пагорбів, складених валунно-галечниковим і піщаним матеріалом, як правило, лежать підвищення корінних крейдових порід, які у багатьох місцях виступають на денну поверхню. Завдяки цьому, в Ковельському районі досить багато карстових озер, невеликих, але глибоких і значні площі займають ділянки землі з дерново-карбонатними ґрунтами.

*Верхньоприп'ятський фізико-географічний район* простягається від Західного Бугу до річки Стир. Домінуючими місцевостями цього району є помірно і погано дреновані надзаплавно-терасові рівнини з постійно перезволоженими і заболоченими землями, вкриті сосновими, березовими лісами. Місцевості цього типу займають до 70 % площі району. Неширокий плоский вододіл Прип'яті і Західного Бугу краще

дренований, менш заболочений і краще освоєний.

У Верхньоприп'ятському районі багато озер, зокрема тут знаходяться найбільші озера, такі як Світязь, Пульмо (карстового походження), Люцимир, Тур (заплавного походження) [126].

## 2.2. Кліматичні умови

Клімат в басейні Західного Бугу помірно-континентальний, вологий, з м'якою зимою, нестійкими морозами, частими відлигами, нежарким літом, значними опадами, затяжними весною та осінню [17-18]. Зокрема, середня річна температура повітря на цій території становить від  $6,7^{\circ}\text{C}$  до  $7,5^{\circ}\text{C}$ . Максимальна зафіксована температура на території басейну –  $+38^{\circ}\text{C}$ , мінімальна –  $-39^{\circ}\text{C}$ , причому, найхолоднішим місяцем є січень, а найтеплішим – червень (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Основні багаторічні кліматичні характеристики в басейні р.Західний Буг за метеостанціями (МС) Світязь і Володимир-Волинський

Характеристика	МС Світязь	МС Володимир- Волинський
Середня кількість опадів, мм	540	620
Середня річна температура, $^{\circ}\text{C}$	7,5	7,2
Абсолютний максимум температури, $^{\circ}\text{C}$	+38	+38
Абсолютний мінімум, $^{\circ}\text{C}$	-33	-39
Середня тривалість безморозного періоду в повітрі, днів	160 і більше	155-160
Середнє число днів із сніговим покривом	70-80	70 і менше
Абсолютна вологість повітря, мб	9,0	9,1
Відносна вологість повітря, %	78	80
Середньорічна швидкість вітру, м/с	3,8	3,9
Найбільша швидкість вітру:		
а) можлива один раз на рік, м/с	19	20
б) можлива один раз на 20 рр., м/с	24	26
Випаровування з водної поверхні, P=50 %	550	-

Вегетаційний період починається, як правило, в першій декаді квітня і триває до кінця жовтня – початку листопада. Кількість днів на рік з температурою нижче  $0^{\circ}\text{C}$  коливається в межах 50-60. Середня тривалість періоду наявності снігового покриву становить 80-100 днів на рік. Річна величина опадів коливається в межах від 500 до 800 мм, при цьому 65-75 % опадів випадає в тепле півріччя. Слід відзначити, що розподіл річних опадів в межах водозбору Західного Бугу, при загальній достатній зволоженості території, нерівномірний. Райони з найбільш підвищеними величинами опадів знаходяться у верхів'ї річки (в межах Розточчя та Вороняків), де річна норма



становить 800 мм і більше. З пониженням висоти розташування водозбору кількість опадів зменшується, досягаючи 650 мм у Волинському Поліссі [10]. В посушливі роки протягом вегетаційного періоду випадає від 230 до 470 мм опадів. Зафіксовані максимальні добові опади – 79-84 мм. Середньорічні величини відносної вологості повітря становлять 80-85 %, а середньорічні значення дефіциту вологості повітря – 2,4-2,6 мм. Середня випаровуваність з поверхні ґрунту становить 550-600 мм, з водної поверхні не перевищує 550 мм [53].

### 2.3. Загальні риси геологічної будови та гідрогеологічні умови

Характерною особливістю геологічної будови водозбору Західного Бугу є залягання вище місцевих базисів ерозії карбонатних порід верхньої крейди, що представлені сильно тріщинуватими і закарстованими вапняками, мергелями і сипучою крейдою. У природних та штучних оголеннях відкриваються карстові лійки і тріщинні порожнини, які дещо заповнені четвертинними відкладами.

З гідрогеологічної точки зору територія басейну Західного Бугу належить до Волино-Подільського артезіанського басейну, у межах якого чітко виділяють дві частини – гідрогеологічні райони другого порядку: Галицько-Волинську западину і Волино-Подільську плиту [114].

Геологічна будова їх неоднакова. Це позначається на умовах поширення, живлення, циркуляції, режиму та хімічного складу підземних вод. Південно-східна частина Волино-Подільського артезіанського басейну, яка відповідає *Волино-Подільській плиті* – це область поступового занурення кристалічного фундаменту. Тут до глибини 300-350 м поширена зона прісних гідрокарбонатних вод, що знаходяться в протерозойських, палеозойських (за винятком кам'яновугільних), верхньокрейдових, неогенових та антропогенових відкладах.

У тектонічному відношенні – це складна, мало вивчена ділянка земної кори, розчленована на окремі блоки розломами субмеридіального та субширотного напрямків. По цих розломах відбувалися інтрузії та виливи базальтів, які утворили покриви та пластоподібні інтрузивні тіла. На глибинах 1000-1500 м за допомогою свердловин виявлені базальти.

На кристалічних породах фундаменту залягають верхньопротерозойські (рифейські) та палеозойські відклади.

На нерівній поверхні палеозойських відкладів залягають породи крейдової та юрської систем. Декуди трапляються відклади неогенового віку: – юрські відклади представлені мергелями, вапняками та глинами;

- крейдові – крейдою та мергелями;
- неогенові – пісками, пісковиками та вапняками.

Центральна і західна частини Волино-Подільського артезіанського басейну відповідають *Галицько-Волинській западині*, в межах якої кристалічний фундамент залягає на глибині до 5000 м. У цій частині басейну зона прісних вод значно скорочується: вони є тільки у верхній тріщинуватій товщі сенон-турону, а також у неогенових та антропогенових відкладах.

На крайньому заході Галицько-Волинська западина заповнена рифейськими, палеозойськими, юрськими, крейдовими, палеогеновими, неогеновими та антропогеновими відкладами. Найкраще вивчені верхньопалеозойські карбонові відклади, з якими в межах западини пов'язані родовища кам'яного вугілля Львівсько-Волинського басейну [114].

В цілому, Волино-Подільський артезіанський басейн розташований у межах Поліської низовини, Волинської та північної частини Подільської височин. Охоплює структури південно-західного краю Східно-Європейської платформи. В північній частині басейну міститься Ковельсько-Ратнівський виступ, на якому породи фундаменту залягають на глибині 250-1600 м, нижній структурний поверх складають пісковики, аргіліти, мергелі верхньопротерозойського та нижньопалеозойського віків. Далі, на південь, розташована Волино-Подільська монокліналь. У західному напрямі зі збільшенням товщини осадочного чохла виділяється Львівський палеозойський прогин, вповнений девонськими та кам'яновугільними відкладами. Ці давні структури в західній частині басейну ускладнені Львівською крейдовою западиною, з крейдово-мергельних відкладів якої складений верхній структурний поверх. Неоднорідний тектонічний розвиток території в період альпійської складчастості сприяв утворенню різних за походженням, складом і потужністю кайнозойських відкладів.

Геологічно-тектонічна будова зумовлює складну гідрогеологічну структуру Волино-Подільського артезіанського басейну. На заході основні запаси прісних підземних вод пов'язані із зоною тріщинуватості крейдино-мергельної товщі верхньокрейдового віку, яка виходить тут на поверхню або перекрита тонким шаром водопроникних відкладів. На Малому Поліссі основними колекторами підземних вод є антропогенові алювіальні та моренно-зандрові піски, на Розточчі – неогенові вапняки, пісковики, піски, мергелі. Решта території характеризується наявністю поверхів водоносних комплексів прісних підземних вод у зоні ефективної тріщинуватості ефузивно-осадочної товщі порід від докембрійського до неогенового віку. Зона активного водообміну досягає глибин 300-350 м. У межах басейну найсприятливіші умови для формування ресурсів підземних вод на Волинській та Подільській височинах, на яких верхньокрейдіві та домезозойські породи залягають поблизу денної поверхні і мають значну зону тріщинуватості, спричинену активізацією тектонічних тріщин неотектонічними рухами при утворенні височин та інтенсивними процесами

вивітрювання порід при розвитку сучасної ерозійної і річкової мережі. Живлення водоносних горизонтів, які залягають поблизу денної поверхні, відбувається на вододілах та їхніх схилах, розвантаження – в долинах річок. У живленні і розвантаженні водоносних комплексів, що залягають на глибину до 1000-1500 м (юрського, кам'яновугільного, девонського, силурійського, кембрійського, верхньопротерозойського віків), важливу, а часом вирішальну роль відіграє гідравлічний зв'язок з підземними водами інших горизонтів і комплексів, розташованих вище. Волино-Подільський артезіанський басейн має значні прогнозні ресурси підземних вод (13 млн. м<sup>3</sup> за добу). 69 % запасів становлять води верхньокрейдового водоносного горизонту. Добовий водозабір підземних вод становить близько 1 млн. м<sup>3</sup> на добу, в тому числі великими водозаборами – 0,47 млн. м<sup>3</sup> за добу [14].

## 2.4. Торфово-болотні райони та водно-заповідний фонд басейну

На території української частини басейну Західного Бугу, за районуванням О.М. Брадів та А.Ф. Бачуріної [109] виділяють наступні **торфово-болотні райони**: Малополісько-Грядово-Побузький; Волинський Лісостеповий; Західно-Поліський.

Малополісько-Грядово-Побузький торфово-болотний район охоплює верхню частину басейну і вирізняється значною заболоченістю та заторфованістю, що відповідно становить 4,3 та 3,6 %. Щільність торфових запасів дорівнює 919 м<sup>3</sup> торфу-сирцю на гектар.

Болота району розташовані виключно в долинах невеликих алювіально-недіяльних річок, деколи каналізованих, що протікають в широтному напрямку. Заплава безпосередньо р. Західний Буг заболочена мало. Великі болота розташовані в долині р. Солокії (площею понад 4 тис. га). В долинах рр. Болотня та Рата знаходяться дещо менші (декілька сотень гектарів) болота.

Слід відзначити, що низинні болота, які становлять основний тип в зазначеному районі, значною мірою осушені. Заболоченість Волинського-Лісостепового торфово-болотного району становить 2,4 %, а заторфованість 1,8 %. Щільність торфових запасів становить 441 м<sup>3</sup> торфу-сирцю на гектар. Майже всі болота району відносяться до торфових. Площі їх незначні (не більше 500 га).

Долина Західного Бугу майже незаболочена. Серед приток річки, що розташовані в даному районі, найбільш заболоченою є р. Луга.

Заболоченість Західно-Поліського торфово-болотного району становить 14,9 %, заторфованість – 11,5 %. Щільність запасів торфу становить 1807 м<sup>3</sup> торфу-сирцю на гектар території.

Болота розташовані в долині р. Золотуха та її безіменних приток,

утворюючи так звану Коритнинську систему, а також в долині р. Риловиця. За генетичним складом болота різноманітні. Основним типом є низинний. Проте, зустрічаються також перехідні та верхові болота.

Характеризуючи *водно-заповідний фонд басейну*, слід відзначити, що серед найцінніших територій, які розміщені на вододільних просторах р. Західний Буг та збереглися у природному стані є Шацький національний природний парк (1983 р.), територія якого включена до переліку водно-болотних угідь, які мають міжнародне значення головним чином, як місце оселення водоплавних птахів. Роль Шацького національного природного парку (площа 32830 га) визначена відповідно до Рамсарської конференції (1971 р.) – збереження найцінніших водно-болотних угідь в природному стані при проведенні невиснажливої традиційної господарської діяльності.

Дана територія має найбільш значні рекреаційні ресурси в Поліській частині басейну Західного Бугу. В Шацькому районі Волинської області до заповідних територій загально-державного значення віднесені також:

- ландшафтний заказник «Чахівський» – 72,9 га;
- ботанічний заказник «Втенський» – 130 га, а до заповідних територій місцевого значення ще 4 заказники. Відсоток заповідності в Шацькому районі становить 44,5 %, що є унікальним випадком не тільки для Волині, а й для всієї держави.

У Володимир-Волинському районі Волинської області є 15 заповідних територій місцевого значення; в Іванічівському районі – 3; в Локачинському – 16.

У Любомльському районі розташовані заповідні території загальнодержавного значення:

- ландшафтний заказник «Мошне» – 73,3 га;
- ландшафтний заказник «Згоранські озера» – 705,6 га, а також 19 заповідних територій місцевого значення.

У Ратнівському районі до заповідних територій загальнодержавного значення належить гідрологічна пам'ятка природи «Озеро Святе» – 44 га, а з заповідних територій місцевого значення найбільшим є заповідне заповідне урочище «Озеро Тур», з площею водного дзеркала 1235 га.

## **2.5. Водокористування та водовідведення. Господарська діяльність в басейні р. Західний Буг**

**Водокористування.** На формування гідрохімічних характеристик значний вплив має господарська діяльність (розораність, меліорація, забір води, скиди стічних вод тощо).

Основними водокористувачами в басейні р. Західний Буг є промисловість, житлово-комунальне і сільське господарства. В

посушливі роки вода використовується для зрошення та зволоження осушених територій. У 2001 р., за даними Держводгоспу України, з природних водних об'єктів басейну було забрано 115, 2 млн. м<sup>3</sup> води, в тому числі: 22,8 млн. м<sup>3</sup> (20 %) – з річок, озер, водойм; 92,4 млн. м<sup>3</sup> (80 %) – з підземних джерел. На потреби житлово-комунального господарства з водних джерел використано 47,7 млн. м<sup>3</sup> (52 %), промисловості – 15,0 млн. м<sup>3</sup> (17 %), сільського господарства – 11,5 млн. м<sup>3</sup> (13 %), рибного господарства – 3,2 млн. м<sup>3</sup> (3 %), на інші потреби – 13,0 млн. м<sup>3</sup> (14 %) [80]. Скиди стічних вод у цей час становили близько 195 млн. м<sup>3</sup>, а співвідношення нормативно чистих і забруднених (недостатньо очищених та тих, що не пройшли очищення) становило 9:1.

**Водовідведення.** Із загальної кількості водокористувачів у басейні Західного Бугу (444), основу яких становлять підприємства гірничо-видобувної, харчової, будівельної, деревообробної, цукрової та хімічної промисловостей, енергетики, автотранспортні підприємства, виробничі управління житлово-комунального господарства, підприємства рибного господарства та агропромислового комплексу, 33 водокористувачі здійснюють прямі скиди стічних вод у р. Західний Буг та її притоки, тобто, є потенційними точковими джерелами забруднення річкових вод басейну, решта водокористувачів здійснюють скиди стічних вод у загальну міську каналізацію (табл. 2.3). З загальних обсягів стічних вод, що надходять у басейн (в середньому, 224500 тис. м<sup>3</sup>/рік протягом 1990-2003 рр.), нормативно чисті, які пройшли очищення становлять 85,7 %; нормативно чисті, які не потребують очищення – 3,6 %; забруднені (недостатньо очищені та ті, які не проходили очищення) – 10,7 % [129]. На рис. 2.2 наведено динаміку скидів стічних вод різного ступеня очистки в басейн Західного Бугу за 14 років.

Як видно з табл. 2.3, основними джерелами прямого скидання змішаних стічних вод у р. Західний Буг та її притоки є 17 підприємств житлово-комунального господарства, які становлять близько 52 % всіх точкових джерел скидів з обсягами стічних вод 197277 тис. м<sup>3</sup>/рік (88 % всіх обсягів стічних вод, що скидаються в басейн на території України).

Найбільш значимими водокористувачами є виробничі управління водоканалізаційних господарств (ВУВКГ) міст Львова (з обсягами близько 490 тис. м<sup>3</sup>/добу, або 5,7 м<sup>3</sup>/с), Червонограда (20,6 тис. м<sup>3</sup>/добу), Нововолинська (11,9 тис. м<sup>3</sup>/добу), Сокаля (7,2 тис. м<sup>3</sup>/добу), Володимир-Волинського (6,1 тис. м<sup>3</sup>/добу), Золочева (5,2 тис. м<sup>3</sup>/добу). Ці підприємства приймають на свої очисні споруди як господарсько-побутові, так і промислові стічні води. Крім того, прямі скиди стічних вод здійснюють сім підприємств (21 % точкових джерел скидів) різних галузей промисловості, які мають власні очисні споруди. В такому режимі працюють 5 шахт (15 % від точкових джерел скидів), 3 рибгоспи

Таблиця 2.3. Річні обсяги стічних вод та хімічних речовин, які надходять з точкових джерел скидіє у р. Західний Буг та її притоки (2000 р.)

№ з/п	Назва підприємства, джерела скиду	Обсяги стічних вод, тис. м <sup>3</sup>	Водний об'єкт, в який надходять стічні води	Завислі речовини, т	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , т	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , т	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , т	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , кг	Сухий залишок, т	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , т	Cl <sup>-</sup> , т	Fe, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	ВУВКГ, м. Буськ	279,9	р. Західний Буг	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Добротвірська ТЕС <sup>2</sup>	1219,8	р. Західний Буг	6,9	-	-	-	2555,0	0,7	94,9	81,0	365,0
3.	ВУВКГ, м. Соснівка	1341,0	р. Західний Буг	-	-	-	-	1460,0	-	-	-	-
4.	ВУВКГ, м. Червоноград	7529,9	р. Західний Буг	183,9	-	-	-	13505,0	-	-	-	-
5.	ДП "Каскад", м. Сокаль	2452,2	р. Західний Буг	47,1	3,4	15,9	0,2	11525,0	1737,6	333,5	213,8	564,0
6.	Нововолинська шахта №10	346,7	р. Західний Буг	-	-	-	-	-	131,7	2,6	18,7	-
7.	Нововолинська шахта №1	652,7	р. Західний Буг	16,4	0,6	1,9	0,1	850,0	541,0	50,9	39,3	100,0
8.	Нововолинська шахта №9	640,6	р. Західний Буг	27,7	0,6	1,7	0,1	1287,9	506,3	82,1	75,1	150,7
9.	Шахта Бужанська, м. Нововолинськ	977,2	р. Західний Буг	46,4	1,5	0,9	0,5	1682,2	896,5	57,4	51,5	620,8
10.	ВУВКГ, м. Нововолинськ	3868,0	р. Західний Буг	54,6	1,2	35,3	2,3	4254,8	1218,0	143,0	174,0	2402,0
11.	ВУВКГ, м. Жовтнєве	158,0	р. Західний Буг	3,9	0,6	0,5	0,2	347,6	56,2	7,1	11,4	128,0
12.	ВАГ "Волиньрибгосп", м. Шацьк	183,0	р. Західний Буг	1,4	0,5	0,7	-	752,1	155,9	18,2	10,7	236,1

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13.	ВУВКГ, м.Золочів	1910,0	р.Золочівка	37,9	-	-	-	3650,0	0,8	200,0	170,8	513,9
14.	Залізнична станція, с.Красне	24,1	р.Гологірка	2,6	-	-	-	100,0	18,9	1,7	2,2	12,0
15.	Ст. садівництва, с.Неслухів	11,0	р.Думни	0,2	0,1	-	-	-	10,5	0,6	0,6	-
16.	ВУВКГ, м. Кам'янка- Бузька	389,8	Струмок Кам'янка	5,8	-	-	-	1095,0	271,9	39,0	43,0	365,0
17.	Комбінат кому- нальних п-в, м.Нестерів	345,3	р.Свиня	9,9	0,9	-	3,1	-	210,6	32,1	24,2	241,7
18.	Львівський МВС, м.Магерів	22,0	Струмок Біла	13,5	-	-	0,2	112,6	20,2	1,9	6,4	19,1
19.	Львівводоканал	178799,9	р.Полтва	1753,0	-	-	-	207320	145799	20239	21690	12045
20.	Завод "Тепел", м.Великі Мости	178,0	р.Рата	5,3	1,3	0,5	-	3392,3	122,1	12,1	20,3	28,5
21.	ВУВКГ, м.Гірник	839,1	р.Рата	35,4	-	-	-	1095,0	-	-	-	-
22.	ПСГП <sup>3</sup> "Павлівська риба", Івани- чівського р-ну	11417,0	р.Стрипа	12,1	0,4	0,5	0,1	0,9	0,3	14,8	19,4	228,0
23.	ВАТ "Павлівський пивоварний завод"	18,3	р.Стрипа	1,3	0,2	-	-	169,4	9,3	0,3	2,3	-
24.	Іваничівське ВУЖГ <sup>4</sup>	126,0	р.Луга	0,3	0,7	0,1	-	161,9	10,7	0,7	2,0	-
25.	ТЗОВ <sup>7</sup> "Іваничівцукор"	6,6	р.Луга	0,1	0,1	-	-	20,1	1,1	0,1	0,4	-
26.	Іваничівська школа-інтернат	3,3	р.Луга	-	-	0,1	-	4,3	1,3	0,3	0,3	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
27.	Локачинське ВУЖКГ	60,0	р.Свинарка	2,1	3,7	1,8	-	332,4	41,2	4,0	11,2	24,0
28.	ВАТ "Володимир-цукор"	331,8	р.Луга	0,1	-	-	-	6,8	1,6	0,1	0,1	-
29.	Володимир-Волинський ВУВКГ	1518,3	р.Луга	33,0	5,2	20,3	0,3	7920,0	310,8	81,4	83,6	902,0
30.	Волинська рибоводно-меліоративна станція	1141,7	р.Луга	12,1	0,4	0,5	0,1	0,9	90,3	14,8	19,4	228,0
31.	Нововолинська шахта №5	346,5	р.Студянка	13,4	0,4	0,4	-	-	346,4	64,9	31,1	137,4
32.	Підприємство "Любомльводоканал"	74,4	р.Гапа	2,6	2,1	0,5	0,1	240,3	19,0	0,7	3,9	65,5
33.	Заболотівський овочевий комбінат	3,8	Канал Турський	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	3,9
	Всього	217216		2328,9	24,9	81,62	7,3	263841,5	152529	21498	22808	19381

Примітки:

1. ВУВКГ – виробниче управління водоканалізаційного господарства;
2. ТЕС – тепла електрична станція;
3. ДП – державне підприємство;
4. ВАТ – відкрите акціонерне товариство;
5. ПСГП – приватне сільськогосподарське підприємство;
6. ВУЖКГ – виробниче управління житлово-комунального господарства;
7. ТЗОВ – товариство з обмеженою відповідальністю.



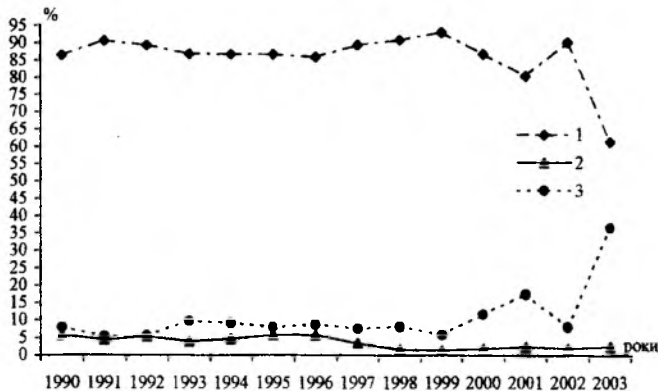


Рис. 2.2. Динаміка скидів стічних вод різного ступеня очищення у відсотках (%) від загальних обсягів стічних вод, що скидаються в басейн р. Західний Буг, 1990-2003 рр.: 1) нормативно чисті, які пройшли очищення; 2) нормативно чисті, які не потребують очищення; 3) забруднені (недостатньо очищені та ті, які не проходили очищення)

(9 %) [30] та Добротвірська ТЕС (збудована у 60-ті рр. ХХ ст.) [136]. Слід відзначити, що в 1999 р., через збільшення виробітку електроенергії, Добротвірська електростанція збільшила скид зворотних вод після біоочищення з 908,2 тис.м<sup>3</sup> (1998 р.) до 1219,8 тис. м<sup>3</sup> (1999 р.) [24, 57].

Через очисні споруди ВУВКГ у річкові води басейну надходить близько 150 тис. т різних солей, що становить 97 % від загальної кількості солей, які надходять із стічними водами (див. табл. 2.3). На даний час більша частина каналізаційних мереж потребує капітального ремонту і реконструкції компресорно-насосних станцій, напірних колекторів та очисних споруд внаслідок вичерпання амортизаційного терміну їх дії.

Із зазначених вище міст, надзвичайним для басейну Західного Бугу джерелом скидів стічних вод є найбільше місто регіону – Львів (населення 732 тис. чоловік). До Західного Бугу стічні води міста надходять через р. Полтва, яка в межах Львова протягом 10 км протікає в закритому колекторі, що відповідно порушує самоочисну здатність річки.

Як показали дослідження (1990-2003 рр.), щорічні обсяги стічних вод міста, які надходять в басейн р. Полтва, становлять близько 80 % загального обсягу стічних вод, що скидаються в басейн Західного Бугу на території України різними водокористувачами (рис. 2.3). Якщо виключити з досліджуваного періоду 2001 та 2003 рр., то з цих обсягів 99,6 % становлять, в середньому, нормативно чисті, які пройшли

очищення; 0,1 % – нормативно чисті, які не потребують очищення; 0,3 % – забруднені (недостатньо очищені та ті, які не проходили очищення) стічні води. Слід відзначити, неефективну роботу очисних споруд у 2001 р. та особливо в 2003 р. В ці роки значно збільшилося надходження в р. Полтва забруднених стічних вод м. Львова. Так, у 2003 р. їх частка зросла до 34,4 %. Відповідно, частка нормативно чистих, які пройшли очищення, зменшилася до 65 % [129].

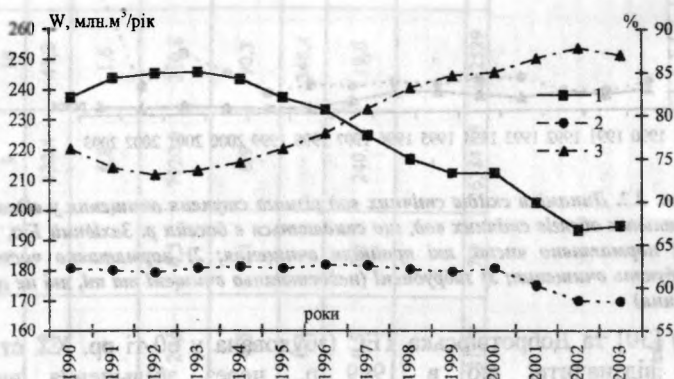


Рис. 2.3. Динаміка скидів стічних вод у річкову систему басейну Західного Бугу, 1990–2003 рр.: 1) сумарний обсяг скидів, млн. м³/рік; 2) обсяг скидів стічних вод у р.Полтва, млн. м³/рік; 3) частка стічних вод р. Полтва, від сумарного обсягу стічних вод, %

З стічними водами до Західного Бугу через р. Полтва надходить, в середньому, 75 % завислих речовин, 80 % всіх солей (розраховані за сухим залишком), 78 % сульфатних іонів, 90 % хлоридних іонів, 73 % азоту амонійного, 84 % нітратів, 95 % заліза. Як видно з рис. 2.3 (крива 1) для басейну Західного Бугу, починаючи з 1994 р., спостерігається тенденція до зменшення надходження як щорічних обсягів стічних вод, так і кількості окремих забруднювальних речовин ( $SO_4^{2-}$ ,  $Cl$ ) (рис. 2.4, крива 1). В той же час для р. Полтва зменшення річних обсягах стічних вод починається лише з 2000 р. (див. рис. 2.3, крива 2), що відповідно утримує на високому рівні частку їх внеску в загальний обсяг забруднювальних речовин, які надходять у річкові води басейну Західного Бугу (див. рис. 2.3, крива 3).

Надзвичайною є роль скидів стічних вод м. Львова і серед міських очисних споруд у басейні Західного Бугу на території двох країн – України і Польщі (рис. 2.5 і 2.6). Як видно з рис. 2.6 обсяг добових скидів стічних вод м. Львова становив у 1999 р. майже 86 % (489863 м³/на добу) від обсягів добових скидів всіх міст на території обох держав або майже 89 % від добових скидів міських очисних

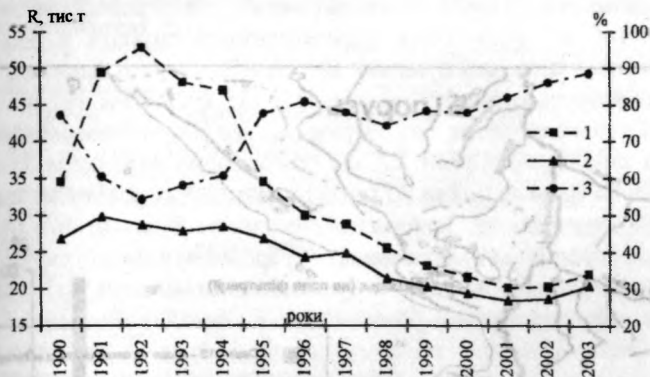


Рис. 2.4. Динаміка скидів сульфатних іонів у складі сумарних обсягів стічних вод, 1990-2003 рр.: 1) обсяг скидів сульфатних іонів у басейні р. Західний Буг, тис. т/р; 2) обсяг скидів сульфатних іонів у р. Полтва, тис. т/р; 3) частка обсягу сульфатних іонів, що надходять у р. Полтва, від обсягу сульфатних іонів, які надходять в басейн Західного Бугу, %

споруд в Україні [33].

**Господарська діяльність в басейні р. Західний Буг.** Видобуток кам'яного вугілля. На території басейну діє 11 вугільних шахт, які входять до складу Державної вугільної холдингової компанії "Укрзахідвугілля" [80].

Крім того, в центральній частині Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну розташований Червоноградський гірничопромисловий район (ЧГПР). Цей район вважають основним у басейні (в його межах зосереджено 694,5 млн. т кам'яного вугілля) [76]. Серед негативних антропогенно-обумовлених явищ у даному районі виділяють процеси просідання земної поверхні (до 3 м), підтоплення угідь (понад 260 га земель), будівель і комунікацій та вторинне заболочення перезволожених територій. Вони поширені переважно в місцевостях плоских поверхонь заплавл та надзаплавних терас річок Західний Буг, Рата та Солокія [45]. В териконах шахт накопичено понад 100 млн. т породи, 68 % якої становлять глинисті аргіліти, що сприяє сорбції важких металів. З шахт басейну відкачується 8 млн. м<sup>3</sup> шахтних вод, які транспортуються трубопроводами довжиною 72 км. Практично усі трубопроводи вичерпали термін своєї експлуатації, крім того, відсутні установки з демінералізації шахтних вод.

За дослідженнями Є.А. Іванова [44] в околицях териконів і ставків-відстійників шахт, відвалів і хвостосховищ Червоноградської центральної збагачувальної фабрики виявлені значні геохімічні аномалії з багаторазовим перевищенням ГДК цілого ряду хімічних елементів (Pb, Co, Mg тощо) та підвищенням рівнем радіаційного забруднення (свинець-90, цезій 137).

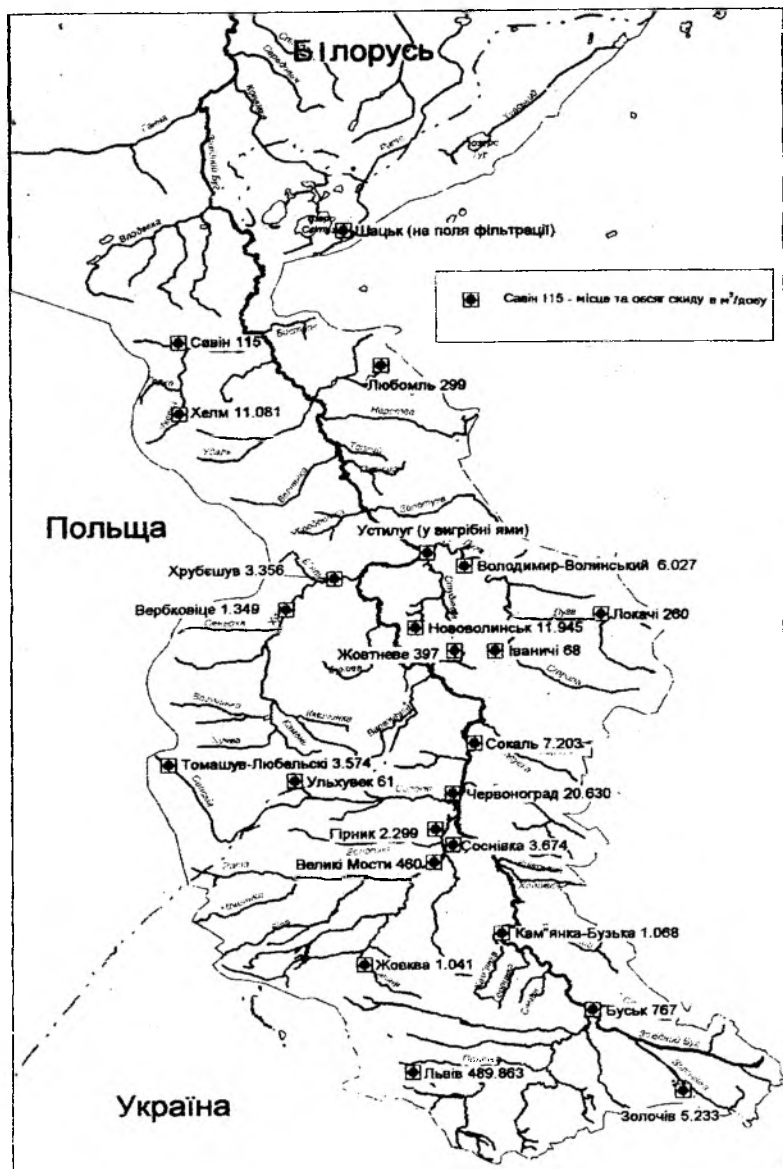


Рис. 2.5. Місця та обсяги скидів стічних вод (м³/добу) міськими очисними спорудами у р. Західний Буг та її притоки на території України і Польщі

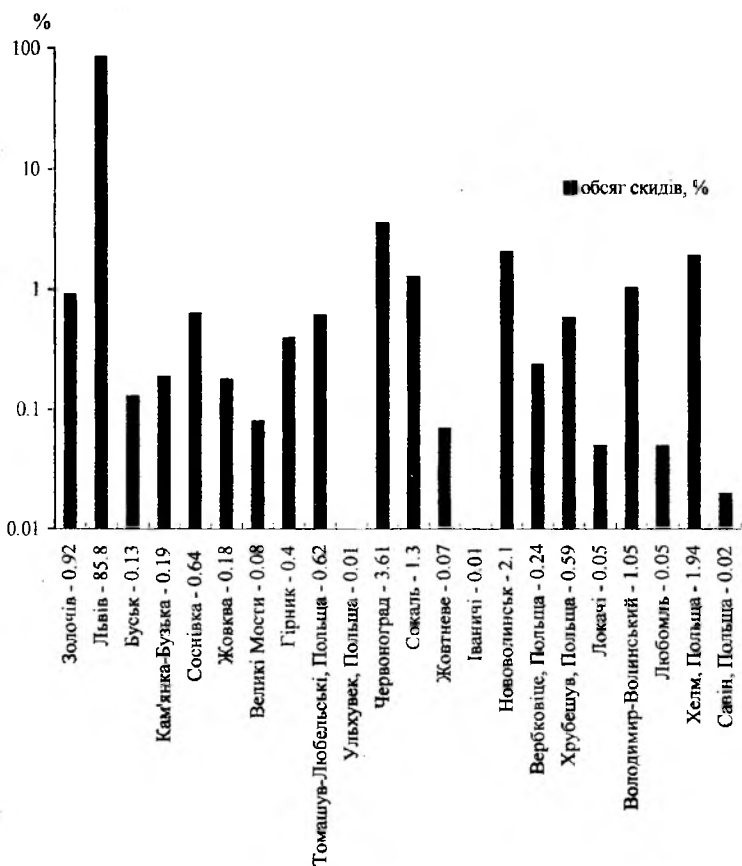


Рис. 2.6. Добові обсяги скидів стічних вод міських очисних споруд в Україні та Польщі у р. Західний Буг та її притоки, % [ міста на горизонтальній осі розташовані зверху вниз за течією головної річки (приток); підписи біля назв міст – відсоток обсягу скидів стічних вод від загальної кількості; на вертикальній осі – логарифмічний масштаб].

*Осушувальні меліорації.* Значний вплив на трансформування річкової мережі та формування гідроекологічної ситуації в басейні Західного Бугу мають осушувальні меліорації. Слід відзначити, що осушувальні роботи в басейні розпочалися ще в 20-30-ті рр. ХХ ст. Через різні причини вони не отримали логічного завершення і відновилися лише в 50-ті роки ХХ ст. Інтенсивною меліорація була в 60-ті роки. Вона тривала майже 20 років і в кінці 80-их років у зв'язку з економічною кризою та протестами екологів була призупинена. Відповідно, осушувальні меліорації супроводжувалися значними обсягами русловипрямлювальних і руслопоглиблювальних робіт [61]. Як наслідок, у функціонуванні річкових систем басейну Західного Бугу дослідники виділяють два якісно відмінні періоди – до масового спрямлення та каналізації русел (50-ті роки ХХ ст.) та після нього. До 1950 р. антропогенних перетворень зазнали лише незначні ділянки річок Рата, Полтва та Солокія. Сучасний стан малих річок басейну Західного Бугу характеризується переважанням антропогенно змінених типів русел. Майже 40 % поверхні басейнової системи осушено, 80-90 % річок-водоприймачів дренажних вод спрямлено [69]. Всього в басейні річки осушено понад 300 тис. га боліт, заболочених і перезволожених земель. За допомогою гончарного дренажу – близько 200 тис. га, з механічним підйомом води 15 – тис. га. Близько 60 тис. га осушених земель мають двостороннє регулювання [50]. В табл. 2.4 наведений перелік осушувальних систем в басейні Західного Бугу на території Волинської області [33].

*Землекористування.* Додатковий вплив на річковий басейн Західного Бугу створює значне сільськогосподарське навантаження, адже частка орних земель у структурі сільськогосподарських угідь становить близько 61 % (68% у Львівській та 56 % у Волинській областях). Причому, розораність у середньому досягає 41 % його території (відповідно 43 % та 40 %). Лісистість басейну становить 26 % (відповідно 23 % та 29 %) [33]. Як відзначається в роботі [70], у XV столітті лісистість у басейні досягала 46 %. Знищення заплавних лісів та розорювання заплав (долини Західного Бугу, Рати, Солокії, Полтви, Луги) спричинює руйнування берегів річок, посилення ерозії заплавних ґрунтів, погіршення якості води.

Територія басейну урбанізована на 4-5 %, транспортне навантаження (мережа автодоріг) становить – 0,5 км/км<sup>2</sup>.

На території басейну для підвищення родючості ґрунтів і боротьби з бур'янами та шкідниками використовуються агрохімічні засоби. В середньому, застосовується близько 190 кг/га азотних і фосфорних добрив (відповідно 130 і 60 кг/га) [130]. Внесення пестицидів становить 0,42 кг/га препарату (0,12 кг/га – за діючою речовиною).

Слід відзначити, що в прибережних зонах малих річок басейну не завжди

**Таблиця 2.4. Перелік осушувальних систем в басейні р. Західний Буг на території Волинської області**

Назва осушувальної системи	Водний об'єкт басейну Західного Бугу, на території якого розташована осушувальна система	Площа осушувальної системи, га	Річний стік з осушувальної системи, млн. м <sup>3</sup>
Копилівська		4799	5,55
Височанська		466	1,5
Самарійська		1871	2,6
Турська	Турський канал	9120	46,3
Гірниківська		934	0,8
Заболотівська		3365	32,37
Гутнівська			1,8
Копаївська	р. Копаївка	3684	19,2
Пулемецька	оз. Пулемецьке	227	0,72
Адамчуцька		606	0,65
Гушанська		523	0,66
Ровенчано-Полапська	р. Бистряк	2027	3,52
Гапенська	р. Гапа	5198	2,66
Неретвинська	р. Неретва	8986	20,8
Кладнівська		1510	4,8
Коротницька	р. Золотуха	10288	21,96
Риловицька	р. Риловиця	1935	10,2
Фалемецька	р. Свинорійка	1076	8,1
Лугівська	р. Луга	4833	86,4
Ізівська		1162	4,8
Ягодинська	р. Ягодинка	264	0,33
Ягіднівська	р. Студянка	2339	4,17
Бурська		2327	5,65
Видрапеська	р. Видранка	759	1,04

дотримується режим господарювання. Землі цих зон часто розорюються до урізу води. Там розташовуються тваринницькі ферми, літні табори худоби. Це призводить до того, що водоохоронні прибережні смуги не виконують роль буфера на шляху забруднювальних речовин, які потрапляють у річки.

## РОЗДІЛ 3

### ГІДРОЛОГІЧНІ УМОВИ БАСЕЙНУ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ

#### 3.1. Гідрографічна характеристика басейну

В гідрографічному плані, відома річка України – Західний Буг, належить до басейну Вісли. Крім того, Західний Буг є транскордонною річкою, адже протікає по території трьох сусідніх держав – України, Білорусі та Польщі (де річка називається Буг). На території Польщі Західний Буг впадає в р. Нарев у Зегжинському водосховищі – великій водоймі, яка є головним ресурсом питної води для м. Варшава. Слід відзначити, що згідно польських та німецьких джерел Буг розглядають як ліву притоку р. Нарев, яка впадає у Віслу (довжина Нареву в таких випадках 476 км) [5, 144].

Площа басейну р. Західний Буг, за останніми даними, становить 73500 км<sup>2</sup> (на території України 10140 км<sup>2</sup>). Довжина річки – 772 км (на території України 401 км) [8, 98].

Верхів'я Західного Бугу знаходиться в межах Головного Європейського вододілу Балтійського і Чорного морів. Свій початок річка бере в Україні, з Верхобуського пасма Подільського горбогір'я, а саме у Колтівській котловині біля с. Верхобуж Золочівського району, що у Львівській області, на висоті 320 м над рівнем моря [18]. Зі схилів гряди Розточчя стікають ліві притоки Західного Бугу – річки Полтва, Рата і Солокія, зі схилів Подільської височини права притока – р. Золочівка. Протікаючи у північному напрямку, Західний Буг перетинає заболочену рівнину Малого Полісся, а нижче м. Червоноград – західну частину Волинської височини. Далі тече в північному напрямку – вздовж державного кордону України з Польщею (по території Волинської області) [17]. Слід відзначити, що в межах Малого Полісся розташована більша частина водозбору річок Полтва і Рата, а на Волинській височині розмішений водозбір р. Луга.

Особливо важливим є той факт, що на відрізу 363 кілометрів Західний Буг є природним державним кордоном між Україною, Польщею та Білоруссю. А саме, від с. Кречев (587,2 км від гирла) Іваничівського району до с. Грабове (224,2 км) Шацького району Волинської області, вниз за течією, на відрізу 184,8 км річка утворює природний державний кордон між Україною на правому боці і Республікою Польща – на лівому. За межами нашої держави, на відрізу 178,2 км річка формує державний кордон між Білоруссю та Польщею. Після створення в басейні р. Західний Буг транскордонного об'єднання Євро регіон "Буг" (29 вересня 1995 р.) Західний Буг і його басейн набули



особливого значення з точки зору його центрального положення в Євроереґіоні.

У верхів'ї долина Західного Бугу терасована (ширина 1-3 км); заплава заболочена, є стариці. Русло звивисте (завширшки до 8-15 м); на окремих ділянках каналізоване. Середня густина річкової мережі в басейні Західного Бугу на території Львівської області становить  $0,35 \text{ км/км}^2$  [78]. У середній течії ширина долини досягає 3-4 км, заплава маловиразна. Ширина русла 40 м. Нижче, долина Західного Бугу звужується до 1,0-1,5 км, пересічна ширина річки 50-75 м, на окремих ділянках досягає 100 м і більше. Похил річки  $0,3 \text{ м/км}$  [16]. Швидкість течії Західного Бугу в межах Волинської області становить  $0,3-0,6 \text{ м/с}$ , а у поліській частині течія стає ще більш повільною –  $0,1-0,2 \text{ м/с}$ , що пов'язано з незначним зниженням поверхні області на північ. В межах Волинської області середня густина річкової мережі в басейні Західного Бугу становить  $0,22-0,35 \text{ км/км}^2$  [17].

Серед великої кількості приток першого та другого порядків, які знаходяться в басейні Західного Бугу на території України, найбільшими є річки Полтва, Рата, Солокія (протікають по території Львівської області), а також р. Луга (Волинська область) (табл. 3.1).

*Полтва* – ліва притока Західного Бугу. Довжина 60 км, площа басейну  $1440 \text{ км}^2$ . Бере початок із джерела в межах м. Львова і протягом 10 км тече по трубах та тунелях. Заплава річки двостороння, шириною  $0,3-0,5 \text{ км}$ , у верхів'ї, на окремих ділянках, досягає  $1,5 \text{ км}$ . Русло нижче м. Львова помірно звивисте, переважно випрямлене і обваловане. Ширина річки 6-12 м, подекуди – до 20 м, глибина у пониззі –  $1,5-2,0 \text{ м}$ . Похил р. Полтва становить  $0,9 \text{ м/км}$  (див. табл. 3.1). Живлення снігове і дощове. Льодовий режим нестійкий, льодові утворення з'являються на початку грудня [18].

*Рата* – ліва притока Західного Бугу. Бере свій початок на території Польщі, пізніше тече по території України (Жовківському і Сокальському районах Львівської області). Довжина 75 км, площа басейну  $1770 \text{ км}^2$ . В межах України річка тече широкою плоскою долиною. Заплава подекуди заболочена, вкрита лучною рослинністю. Русло р. Рата звивисте, завширшки переважно 5-20 м (у пониззі – до 50 м), є острови. Глибина річки до  $2,3-2,5 \text{ м}$ . Нижче м. Рава-Руська розширюється, утворюючи руслове озеро. Похил річки  $1,2 \text{ м/км}$  (див. табл. 3.1). Живлення змішане. Замерзає на початку грудня, скресає на початку березня. Льодовий режим нестійкий. Річка зарегульована на відріжку 52 км, на окремих ділянках здійснено обвалування берегів [18].

*Солокія* – ліва притока Західного Бугу. Витоки її у сусідній державі - Польщі, пізніше тече в Україні (Сокальський район Львівської області). Довжина річки 88 км, площа басейну  $939 \text{ км}^2$ . У межах України долина р. Солокія широка (до  $2,5-3,0 \text{ км}$ ), з пологими схилами.

**Таблиця 3.1. Основні гідрографічні характеристики річок басейну р. Західний Буг на території України**

Річка	Куди впадає	Довжина, км	Площа водозбору, км <sup>2</sup>	Ширина русла, м	Ширина заплави, м	Похил, м/км
Золочівка	Зах. Буг	35	232	3-8	500	3,0
Полтва	Зах. Буг	60	1440	6-12	300	0,9
Гологірка	Полтва	24	150	5-6	500	2,9
Перегноївка	Полтва	23	270	5	300	3,9
Яричівський канал	Полтва	56	178	5-6	1000	1,6
Біла	Полтва	31	245	6-10	200	2,4
Думний потік	Полтва	51	287	5-10	500	1,6
Рата	Зах. Буг	75	1770	5-20	1000	1,2
Желдець	Рата	53	227	7-12	400	1,1
Свinya	Рата	40	180	5-10	500	1,5
Біла	Рата	40	180	3-6	800	3,0
Мощанка	Рата	36	190	3-6	500	3,6
Болотна	Рата	33	252	5-7	300	0,7
Солокія	Зах. Буг	88	939	5-20	500	0,4
Білосток	Зах. Буг	30	268	5-10	1000	0,9
Малинівка	Білосток	15	79	5-8	500	2,0
Спасівка	Зах. Буг	27	240	6-7	700	1,0
Холоївка	Зах. Буг	21	36	6-8	500	1,3
Кам'янка	Зах. Буг	37	142	5-8	300	1,2
Солотвина	Зах. Буг	21	151	5	500	1,4
Ясеницький Рів	Зах. Буг	15	62	6	500	1,1
Луга	Зах. Буг	93	1348	10-15	1500	0,7
Стрипа	Луга	24	180	-	-	-
Свинорійка	Луга	16	210	-	-	-
Луга-Свинорійка	Луга	36	343	10	1000	0,7
Риловича	Луга	22	128	-	-	-
Студянка	Зах. Буг	26	150	-	400	1,7
Золотуха	Зах. Буг	26	291	5	1000	1,3
Неретва	Зах. Буг	35	269	20	400	0,7
Пішатка	Зах. Буг	28	271	-	-	-
Гапа	Пішатка	13	40	15	200	0,9
Бистряк	Зах. Буг	17	99	18	200	0,5
Ізівка	Зах. Буг	18	59	2	300	2,6
Копайівка	Зах. Буг	57	769	20	200	0,3

Заплава часто заболочена, вкрита лучною рослинністю. Русло помірно звивисте. Його ширина до м. Белз 12-15 м, глибина до 2,5 м, нижче – річка розширюється до 30-35 м, глибина досягає 3,5-4,0 м. Похил річки 0,4 м/км (див. табл. 3.1). Живлення змішане. Замерзає на початку грудня, скресає на початку березня. Воду використовують для наповнення штучних водойм, технічного водопостачання та меліорації. Русло р. Солокія на всьому протязі зарегульоване, на окремих ділянках обваловане [18].

*Лу́га* – права притока Західного Бугу. Протікає у Локачинському, Іваничівському та Володимир-Волинському районах Волинської області. Довжина – 93 км, площа водозбору – 1348 км<sup>2</sup> [17]. Басейн р. Луга розташований у західній частині Волинської височини. Більша частина басейну має глинисто-суглинистий покрив, розорана [83]. Долина трапецієподібна, терасована, шириною до 5-6 км. Заплава заболочена, завширшки 1,5-2 км. Русло звивисте, ширина досягає 10-15 м, глибина 1,0-1,5 м. Похил річки 0,7 м/км (див. табл. 3.1). Живлення змішане. Замерзає в середині грудня, скресає у березні. Споруджено водосховище та близько 20 ставків. Річка Луга – водоприймач осушувальних систем. Русло протягом близько 30 км розширене, поглиблене і випрямлене [17].

## 3.2. Гідрологічний режим річок

**Загальна характеристика водного режиму.** Відомо, що водний режим річки визначається кліматичними, гідрогеологічними, орографічними і гідрографічними особливостями території на якій розташований басейн річки.

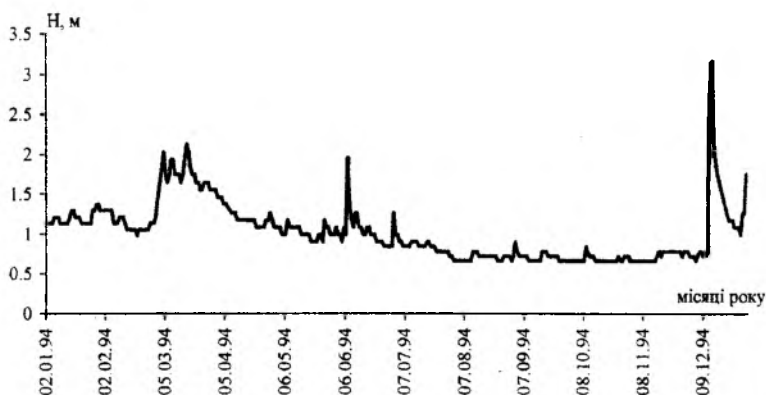
Для Західного Бугу – річки, яка належить до Подільського гідрологічного району, є характерними яскраво виражена весняна повінь та низькі літньо-осіння та зимова межені, що характеризуються стійкістю, маловодністю і значною тривалістю. Інколи межень порушується літніми і зимовими паводками, внаслідок випадання дощів влітку і танення снігу весною.

Середні строки початку весняної повені припадають на першу декаду березня (або останні числа лютого). Середня інтенсивність підйому рівня води на річках басейну Західного Бугу становить 10-60 см/добу. А найбільша інтенсивність підйому рівня води в роки з високою повинню досягає 1,5-3,0 м/добу. Пік весняної повені, як правило, триває одну добу. Спад відбувається значно повільніше (5-10 см/добу). Весняна повінь закінчується в кінці квітня на початку травня (у верхній його частині), тоді як для річок середньої частини басейну (р. Луга) характерні нетривалі весняні повені, що закінчуються в кінці березня, деколи на початку квітня [115].

Період літньо-осінньої межені продовжується з травня по жовтень-листопад. На річці в літньо-осінній період спостерігається три-чотири, а іноді шість паводків, у маловодні роки – 1-2 паводки. Середня тривалість паводків 8-15 діб, найбільша – 35. Висота підйому води над нулем графіка становить, в середньому, 1,2-1,4 м, а в окремі роки з дуже високими паводками – 1,7-2,7 м і навіть більше 3 м [55]. Відношення найвищих рівнів дощових паводків до найвищих рівнів весняної повені

найчастіше становить в басейні Західного Бугу – 0,8-1,0 [109].

У середньому за водністю 1994 р. на р. Західний Буг спостерігалось три паводки (перші половини березня, червня та грудня). При цьому відбувалося підняття рівня води річки від 2,1 м (березень та червень) до 3,1 м (грудень) над нулем графіка. Найнижчий рівень води спостерігався у першій половині серпня (рис. 3.1). Амплітуда коливань рівня води не перевищувала 1 м. Як видно з рис. 3.2 у багатоводному 1998 р. різке підняття рівня води у р.Західний Буг відбувалося 9 разів, що супроводжувалося виходом її на заплаву. Весняна повінь розпочалася на початку квітня. Максимальної позначки (3,3 м над нулем графіка) рівень води досяг у середині місяця.



*Рис. 3.1. Динаміка рівнів (Н, м) води р. Західний Буг – смт Сасів протягом 1994 р. (середній за водністю рік) [55]*

Меженний період тривав понад місяць. Зниження рівня води в річці становило 1,0 м, досягнувши мінімальних значень у середині червня. Літній паводок у зазначеному році характеризувався підняттям рівня води від 1,5 м до 6,6 м впродовж кількох днів. Вода із заплави зійшла лише на початку серпня. На початку листопада наступило чергове різке підвищення рівня води в річці з виходом її на заплаву. До кінця року, зокрема в грудні, річка ще двічі виходила з берегів.

Не можна не відзначити негативний вплив екстремальних зливових паводків на заплаву і русло річки, який полягає у затопленні посівів, підтопленні поселень, пошкодженні меліоративних каналів, доріг, мостів, порушенні ліній електропередач і зв'язку, тощо. Крім того, такий гідрологічний режим річки зумовлює переформування русел річокбасейну, погіршення якості води та підвищення її мінералізації, ускладнення гідроекологічної ситуації в басейні [55].

Початок зимового меженного періоду в басейні р. Західний Буг

відноситься, як правило, до третьої декади листопада – першої декади грудня. Тривалість його, в середньому, 40-60 днів.

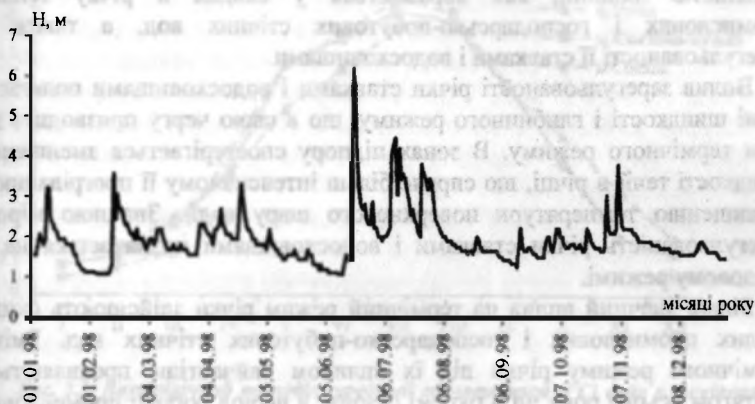


Рис. 3.2. Динаміка рівнів (H, м) води р. Західний Буг – смт Сасів протягом 1998 р. (багатоводний рік) [55]

Рівні води зимової межені, як правило, дещо вищі рівнів літньо-осінньої межені, але деколи вони порушуються досить значними підйомами в період відлиг.

Слід відзначити, що зміни рівнів води на річках не завжди обумовлюються змінами водності. Зокрема, для межених періодів є характерними підвищення рівнів води, що пов'язані з підпором від водної рослинності в період відкритого русла і від льодових утворень в зимовий час.

Вплив водяної рослинності особливо відчутний на ділянках річок з зниженими швидкостями течії. Підпір рівня від водяної рослинності починає проявлятися під час інтенсивного її росту, який спостерігається при переході температури через  $10^{\circ}\text{C}$  (в середньому, квітень-травень). Найбільший вплив підпору від водяної рослинності спостерігається в червні-вересні. На середніх річках басейну Західного Бугу найбільші величини підпору досягають 20-50 см. Підпір від водяної рослинності протягом літньо-осіннього межених періоду змінюється також в залежності від водності річки [109].

**Термічний режим річки.** Основним фактором, який обумовлює термічний режим річки, є температура повітря. Проте, залежність між температурою повітря і температурою води в річці може порушуватися місцевими особливостями які характерні для басейну річки в цілому, чи для окремих її ділянок. Найбільш істотний вплив на формування термічного режиму річки здійснюють ґрунтові води, які в зимовий час

термічного режиму річки здійснюють ґрунтові води, які в зимовий час значно тепліші, а в літній – холодніші, ніж води річки. Крім того, термічний режим річки значною мірою визначається і господарською діяльністю людини, яка виражається у скидах в річку теплих промислових і господарсько-побутових стічних вод, а також в зарегульованості її ставками і водосховищами.

Вплив зарегульованості річки ставками і водосховищами полягає в зміні швидкості і глибинного режиму, що в свою чергу призводить до змін термічного режиму. В зонах підпору спостерігається зменшення швидкості течії в річці, що сприяє більш інтенсивному її прогріванню і підвищенню температури поверхневого шару води. Значною мірою зарегульованість річки ставками і водосховищами позначається на її льодовому режимі.

Більш значний вплив на термічний режим річки здійснюють скиди теплих промислових і господарсько-побутових стічних вод. Зміни термічного режиму річки під їх впливом найчастіше проявляються протягом всього року чи в окремі сезони, в період роботи промислових підприємств.

Частка скидних і ґрунтових вод в загальному стоці річки неоднакова, внаслідок чого спостерігається різний ступінь впливу скидних і ґрунтових вод на термічний режим як в цілому, так і по довжині однієї і тієї ж річки.

Річний хід температури води, в основному, співпадає з річним ходом температури повітря. Проте, зміни температури води в зв'язку з її великою теплоємністю відбуваються досить плавно, відсутні різкі підвищення чи пониження, які характерні для температури повітря.

Стійкий перехід температури води через  $0,2^{\circ}\text{C}$  весною на річках басейну Західного Бугу, як правило, відбувається у другій декаді березня [115].

Ранній стійкий перехід температури води через  $0,2^{\circ}\text{C}$  весною може випереджати середні строки майже на місяць і спостерігатися відповідно у другій-третьій декаді лютого.

Пізні строки стійкого переходу температури води через  $0,2^{\circ}\text{C}$  весною запізнюються в порівнянні із середніми на 10-20 днів і спостерігаються в першій – на початку другої декади квітня.

Після стійкого переходу температури води через  $0,2^{\circ}\text{C}$  весною розпочинається її інтенсивне підвищення, яке триває до червня. Від червня до липня підвищення температури незначне. Температура води червня, липня і серпня практично однакова. Середня інтенсивність збільшення температури води від квітня до травня становить  $5-7^{\circ}\text{C}$ , від травня до червня –  $3-4^{\circ}\text{C}$ , а від червня до липня не перевищує  $2,5-3,0^{\circ}\text{C}$ . З серпня розпочинається зниження температури води. Причому інтенсивність зниження від липня до серпня невелика і становить всього

0,7-1,0<sup>0</sup> С, від серпня до вересня вона збільшується до 4-5<sup>0</sup> С, а від вересня до жовтня – до 7-9<sup>0</sup> С (рис. 3.3).

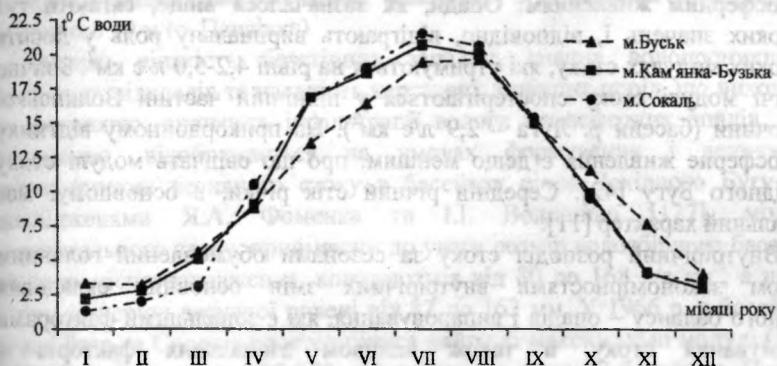


Рис. 3.3. Внутрірічний розподіл середньої температури (t°С) води р. Західний Буг (1989-2003 рр.)

Середні багаторічні значення температури води квітня на ділянках річок з помірним ґрунтовим живленням змінюються незначно. В басейні Західного Бугу вони коливаються від 8,8<sup>0</sup> С до 10,5<sup>0</sup> С.

**Льодовий режим** річок басейну Західного Бугу нестійкий. Під час відлиг відбувається скресання річки. Перші льодові утворення з'являються в листопаді-грудні. На ділянках з природним льодовим режимом і помірним ґрунтовим живленням середня тривалість періоду з льодовими явищами становить 100-120 днів, а середня тривалість льодоставу – 80-110 днів. Середня товщина льоду в найбільш холодні декади на таких ділянках становить 20-35 см, найбільша досягає 50-70 см. На ділянках річок з природним льодовим режимом, але підвищеним ґрунтовим живленням, середня тривалість періоду з льодовими явищами скорочується до 20-30 днів, а найбільша тривалість льодоставу не перевищує 15-25 днів [109]. Суттєвий вплив на льодовий режим Західного Бугу здійснюють руслово-заплавні водосховища – Добротвірське і Сокальське [55].

**Поверхневий стік** річок басейну Західного Бугу відрізняється, що обумовлено відмінностями фізико-географічних умов для окремих фізико-географічних районів на яких розташований басейн Західного Бугу. Річний стік річок, в основному, визначається річними опадами, особливостями рельєфу та характером підстильної поверхні.

Водність річок у басейні Західного Бугу змінюється в значних межах. Найбільші з середніх значень модулів річного стоку, що коливаються від 5,0-5,6 до 11,5 л/с км<sup>2</sup> характерні для річок, які беруть свій початок на північних схилах Подільської височини [11]. Притоки

верхньої частини басейну збирають воду з північно-східних та північних схилів Розточчя та Поділля – районів, з досить високим атмосферним живленням. Опади, як зазначалося вище, сягають тут високих значень і, відповідно, відіграють вирішальну роль у досить високих модулях стоку, які утримуються на рівні 4,2-5,0 л/с км<sup>2</sup>. Значно нижчі модулі стоку спостерігаються у північній частині Волинської височини (басейн р. Луга – 2,9 л/с км<sup>2</sup>). На прикордонному відтинку атмосферне живлення є децю меншим, про що свідчать модулі стоку Західного Бугу [42]. Середній річний стік річки, в основному, має зональний характер [11].

Внутрірічний розподіл стоку за сезонами обумовлений головним чином закономірностями внутрірічних змін основних складових водного балансу – опадів і випаровування, які є зональними факторами формування стоку, а також впливом азональних факторів – геоморфологічної будови басейну, гідрографічних і гідрологічних умов, характеру ґрунтів, рослинного покриву, господарської діяльності в басейні річки.

Як було зазначено вище, весняна повінь в басейні Західного Бугу, в більшості випадків, яскраво виражена. Окремі притоки Західного Бугу характеризуються закарстованістю своїх басейнів, що впливає на формування максимальних витрат води і об'ємів весняного стоку в бік їх зниження. Заболоченість русел і заплав створює сприятливі умови для природної трансформації весняних витрат води і зниження максимумів весняної повені [109].

Характеризуючи умови формування весняного стоку в басейні р. Західний Буг слід відзначити, що врізи річкових долин на різних ділянках басейну неоднакові. Найбільш глибоко врізані витoki Західного Бугу, де глибина розчленування рельєфу досягає 100-120 м [126].

**Вплив карсту на внутрірічний розподіл стоку.** Карстові форми рельєфу в басейні Західного Бугу місцями добре виражені, а місцями – завальовані четвертинними відкладами. За даними карстової експедиції УкрНДГМІ (1966-1970 рр.), карст на північних схилах Подільської височини представлений, як правило, лійками діаметром 15-20 м і глибиною 3-8 м (р. Західний Буг до м. Буськ) [127].

На Малому Поліссі карстові форми рельєфу добре виражені лишень на підвищених ділянках, а в пониженнях вони швидко заболочуються чи заносяться піском.

На Волинській височині велика кількість карстових тріщин, лійок та колодязів призводить до того, що талі і дощові води течуть до найближчого пониження і там поглинаються. Зокрема, в басейні р. Луга (права притока Західного Бугу) карстові блюдця утворюють хвилястий рельєф з чергуванням мілких депресій та гребнів, що їх розділяють. На



правобережжі Луги (басейн р. Свинорійка) зустрічаються лійки значних розмірів, на схилах яких є лійки другого порядку. В руслі р. Луги є низка глибоких лійок, найбільша з яких діаметром 700 м і глибиною 10 м (с. Павлівка).

Велика кількість безстічних западин, значна водопроникність покривних відкладів та наявність карстових корінних порід, що виходять на поверхню, сприяють інфільтрації вологи атмосферних опадів, що, безумовно, відображається на умовах формування і величинах характеристик весняного стоку в басейнах річок Західного Бугу. За дослідженнями Я.А. Фоменка та І.І. Волошина [127], модулі максимального стоку, приймаючи до уваги розмір водозбірного басейну та його місцезнаходження, коливаються від 80 до 168 л/с км<sup>2</sup>, а шари стоку за період весняної повені від 82 до 162 мм. У 1966 р. в басейнах річок Рата та Солокія спостерігалися найвищі максимальні модулі (130-170 л/с км<sup>2</sup>) та шари (129-158 мм) весняного стоку. У басейні р. Полтва характеристики весняного максимального стоку у 1966 р. були майже у 1,5-2,0 рази нижчими в порівнянні з басейном р. Рата і, відповідно, становили 80-83 л/с км<sup>2</sup> та 111 мм, що можна пояснити більшою закарстованістю басейну р. Полтва.

Розвиток карсту на Подільській височині та глибоке залягання ґрунтових вод призводить до того, що значна частина талих вод йде на формування підземного стоку. Тому інтенсивність водовіддачі в руслову мережу талих вод на закарстованих водозборах значно менша, ніж на ділянках, на яких карст відсутній чи розвинений незначно.

Різний ступінь закарстованості та заболоченості окремих ділянок водозбору басейну Західного Бугу визначає більшу чи меншу зарегульованість весняного стоку. Тому, в одному і тому ж районі середньобагаторічний весняний стік суміжних водозборів може відрізнятись в 1,5-2,0 рази. Характерним прикладом є р. Західний Буг (до смт Сасів) і р. Полтва. Низький стік в басейні р. Полтва обумовлений втратами талих вод у карстові утворення і заболоченістю заплави. Високий стік Західного Бугу (сmt Сасів) є наслідком великого притоку підземних вод із сусідніх водозборів. Слід відзначити, що підземний стік становить 35 % від сумарного весняного, коливаючись в окремі роки від 8 до 60 %.

В межах Малого Полісся вплив карсту на формування характеристик весняного стоку знижується, адже ґрунтові води залягають не так глибоко, як на Подільській височині. Тому талі води стікають, як правило, поверхневим шляхом. Це, відповідно, пояснює, чому найбільші шари стоку весняної повені характерні для річок Рата, Желдець та Солокія (129-158 мм) і перевищують їх значення (93-115 мм) для річок Подільської височини (Полтва, Холоївка, Кам'янка).

На Волинській височині, у зв'язку з підвищенням місцевості та

збільшенням глибини розчленування рельєфу, вплив карсту на формування повені зростає. У басейні р. Луга під впливом карсту найбільші модулі та шари стоку майже в 1,5 рази є нижчими, в порівнянні з річками Рата та Солокія, і становлять, відповідно, 92 л/с км<sup>2</sup> і 82 мм. Їх середньобагаторічні величини також є меншими у 1,5 рази, ніж в басейні р. Рата (65 л/с км<sup>2</sup> та 56 мм), і досягають лише 35 л/с км<sup>2</sup> і 38 мм [127].

Характеризуючи особливості формування меженного стоку річок басейну Західного Бугу слід відзначити, що на території басейну водоносних горизонтів декілька – у відкладах неогену і верхньої крейди [81]. Найбільш водонасиченим горизонтом, який приймає участь у живленні річок, є горизонт розміщений в мергельно-крейдовій та вапняковій товщі відкладів сенон-туруну, дебіт джерел якої змінюється від 0,1 до 5-7 л/с. Питомий дебіт джерел найчастіше всього становить 1-3 л/с, що свідчить про значну водонасиченість цієї товщі. У формуванні меженного стоку річок басейну Західного Бугу цей водоносний горизонт є основним і, володіючи великими запасами підземних вод, забезпечує довготривале і стійке живлення річок в періоди відсутності схилового поверхневого стоку.

У глибокоерозійній долині верхів'я Західного Бугу відкривається водоносний крейдовий горизонт. Водонасиченість мергельно-крейдової товщі верхньої крейди обумовлена тріщинуватістю і закарстованістю порід на глибині 120-130 м. До тріщинуватої зони (найбільш відкрита тріщинуватість знаходиться на глибинах 30-75 м) приурочені напірні підземні води з висотою напору до 30 м. Дебіти численних джерел з цих водоносних горизонтів є досить різноманітними за величиною внаслідок аномальної тріщинуватості та закарстованості цих порід. Особливо великі дебіти джерел (від 1 до 8-10 л/с) відзначені в долинах річок, які протікають в межах схилів Гологор (річки Західний Буг, Золочівка). Цим і пояснюється значна величина модуля мінімального стоку (2,5 л/с км<sup>2</sup>) р. Західний Буг біля смт Сасів, яка майже у три рази більша середньої величини, яка властива річкам цього району. За межами цих височин у долинах річок відзначається вихід підземних вод у вигляді окремих, невеликих за дебітом джерел. На схилах річок зустрічаються яри, у виносах яких є уламки вапняку і мергелів, що засвідчує про близьке залягання мергельно-крейдових порід і можливість участі підземних вод у живленні річок [1090].

Значне підземне живлення підвищує меженний стік Західного Бугу (сmt Сасів) до 7,9 л/с км<sup>2</sup>, а р. Золочівка (с. Золочівка) – до 6,3 л/с км<sup>2</sup> [21].

Шар меженного стоку в басейні р. Західний Буг, в середньому, становить 18-34 мм. Оскільки живлення основних річок відбувається за рахунок вод мергельно-крейдової товщі, яка значною мірою

закарстована, тому в окремих випадках, в місцях концентрованого розвантаження підземних вод, величини шару меженого стоку можуть значно підвищуватися. Це є характерним для верхів'я р. Західний Буг (до смт Сасів), де шар меженого стоку досягає 104 мм [109]. Інтенсивний притік крейдових вод в долину Західного Бугу обумовлений наявністю в районі Вороняків тектонічних розломів [21]. Малі величини шару меженого стоку (2-8 мм) притаманні річкам басейнів, русла яких не відкривають основного водоносного горизонту (струмок Холоївка, р. Желдець) [109].

Характеризуючи водність межених періодів слід відзначити, що за період літньо-осінньої межени величини шару стоку є дуже високими – 104-122 мм. Зимові межень вирізняється дещо меншою водністю (58-62 мм) [21].

Дослідження взаємозв'язків поверхневих і підземних вод показали, що найбільші модулі мінімального середньомісячного стоку (до 2,5 л/с км<sup>2</sup>) характерні для річок, живлення яких відбувається з мергельно-крейдової товщі. Нерівномірна закарстованість цих порід і підвищене зволоження території, на якій розташований басейн, створює передумови для дренажу підземних вод численними джерелами. На рівнинній частині території модулі мінімального стоку для річок, які відкривають водоносний горизонт сенон-турону, коливаються в межах 0,3-1,2 л/с км<sup>2</sup>. Для річок, живлення яких здійснюється за рахунок водоносного горизонту покривних мергельно-крейдових відкладів, модулі мінімального стоку знижуються до 0,06 л/с км<sup>2</sup> (струмок Холоївка, річка Кам'янка та Желдець) [109].

**Стік наносів і формування русел.** Вода в річках завжди містить певну кількість твердих частинок (наносів). Більшість з них утворюється внаслідок розмиву поверхні басейну талими та дощовими водами. Однак, значна частина наносів формується в результаті розмиву русла річки. Отже, наявність твердого стоку зумовлюється процесами ерозії, які залежать від географічних умов функціонування річки – рельєфу місцевості, характеру ґрунтів, рослинності, кліматичних факторів та господарської діяльності.

На водозборі Західного Бугу домінуючим типом рельєфу є рівнинний акумулятивний, який доповнюється пасмово-ерозійними формами (переважно у витоках річок). Ґрунти водозбору характеризуються високою водопроникністю. Вони представлені середньо- і дрібнозернистими пісками, крейдою і мергелем різної тріщинуватості [18, 59].

Стік наносів Західного Бугу характеризується невеликими показниками, адже на розвиток водно-ерозійних процесів суттєво впливає високий ступінь зарегульованості стоку водосховищами і ставками, а також низький ерозійний потенціал рельєфу Поліської

частини басейну. Для річки властива значна внутрішньорічна мінливість стоку наносів [55].

Максимальних значень (40-50 г/м<sup>3</sup>) їх концентрації у річковому стоці досягають під час весняної повені (квітень-початок травня) та літніх дощових паводків (липень-серпень). У меженні періоди концентрації наносів в річці не перевищують 5-20 г/м<sup>3</sup>.

Під час весняного періоду через р. Західний Буг переноситься, в основному, 50 % річного обсягу наносів, 20 % переноситься в період літньо-осіннього і 10 % – зимового меженних періодів. В окремі роки тільки за один місяць стік наносів може становити 80 % загальнорічної суми (квітень 1964 р.). А в роки з інтенсивними дощовими паводками (1955 р.) стік наносів у літній період становив 50 % загальнорічної суми.

Середня каламутність поверхневих вод р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька) становить 30 г/м<sup>3</sup>, а в пункті спостереження – м. Сокаль (нижче Добротвірського водосховища) – 20 г/м<sup>3</sup>. Це, ймовірно, зумовлено тим, що значна частина наносів акумулюється у водосховищі [109]. Середнє значення каламутності води для річок басейну не перевищує 0,1-0,3 кг/м<sup>3</sup>, а максимальне спостерігається під час весняної повені – 0,5-1,5 кг/м<sup>3</sup>. В наносах р. Рата міститься до 20-50 % болотних мулів та органічних залишків. Особливо велика їх кількість спостерігається під час весняної повені [55].

У завислому стані Західним Бугом транспортується до 90 % твердого стоку [110]. Найбільші значення стоку наносів спостерігаються біля витоків річок, де інтенсивніше розвиваються водно-ерозійні процеси (р. Західний Буг – смт Сасів, р. Рата – с. Волиця, р. Свиня – м. Жовква). Значно менші витрати наносів характерні для ділянок русел, які розташовані на рівнинних територіях (р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, р. Рата – с. Межиріччя). Середньорічний модуль стоку наносів р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька) становить 10,9 т/рік км<sup>2</sup>, а інтенсивність денудації сягає 0,027 мм/рік [55].

Слід відзначити, що до зменшення транспортуючої здатності водотоків (зниження каламутності води, модуля твердого стоку) призводить як збільшення розмірів мінеральних часток, так і виположення поздовжніх профілів русел. Розмір завислих наносів коливається в межах  $0,5 > d > 0,005$  мм.

Переважають завислі наноси з діаметром менше 0,05 мм (80 %). В окремі періоди, при збільшенні потужності потоку, частка наносів з діаметром 0,2-0,1 мм може підвищуватися до 30 % [55].

У період найбільших витрат води спостерігаються найвищі витрати наносів. Проте, максимум витрат наносів часто випереджає пік повноводдя. Це можна пов'язати з особливостями попадання в річки басейну змитого з басейну матеріалу. На підйомі повені головним джерелом твердих частинок є схилі потоки, а пізніше – руслові

процеси.

Схилувий стік формується в результаті випадання інтенсивних атмосферних опадів, рідше – у періоди весняного сніготанення. Насичення його продуктами змиву з незадернованої поверхні схилів становить 5-30 кг/м<sup>3</sup>. На задернованих схилах змив у 10-20 разів менший і виникає лише при випаданні опадів більше 30 мм/дощ. Продукти змиву порід у вигляді завислих наносів надходять у первинні водотоки лише частково, бо велика їх кількість акумулюється біля підніжжя схилів та в широких заболочених і залужених днищах долин [55].

В різні фази гідрологічного режиму, при однакових витратах води, транспортуюча здатність потоку неоднакова. Це проявляється в неоднозначному зв'язку між витратами води та наносів. За І.П. Ковальчуком [59] цей зв'язок має форму петлеподібної кривої.

Не завжди величина весняного повеневого стоку наносів перевищує паводковий літньо-осінній. Це пояснюється тим, що весняна повінь розвивається часто за умов, коли ґрунти ще не встигли відтанути. Тоді, за дощових паводків потужність діяльного шару є невеликою. Крім цього, на піку повені затоплюється заплава. Вихід води на заплаву супроводжується зниженням швидкості течії. Як наслідок, каламутність води і витрати наносів зменшуються, відбувається їх акумуляція [55].

За дослідженнями [55, 150] у багаторічному тренді модуля стоку наносів р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька) виділяються цикли, які відповідають періодам слабкого (1945-1954 рр.), середнього (1955-1970 рр.) та сильного (1971-1985 рр.) антропогенного навантаження на річковий басейн. А період з 1985 по 1998 рр. визначається як стабілізаційний, що зумовлено як зменшенням антропогенного тиску на довкілля, так і ефектом природоохоронних заходів, проведених у попередні роки.

Незначне зниження стоку наносів на початку та особливо у другій половині 80-х років пояснюється декількома факторами:

- спробою створення водозахисних смуг у долинах малих річок;
- здійсненням протиерозійних заходів, особливо на ярково-балкових системах і переведенням частини порушених сільськогосподарських угідь у неугіддя або їх залісненням;
- деяким зменшенням стоку води, зниженням частки екстремальних злив у загальній сумі опадів і переважанням малосніжних зим у цей період.

Середньобогаторічні витрати наносів р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька) становлять 0,6 кг/с, максимальні – 1,9 кг/с, мінімальні – 0,066 кг/с.

Середньорічний модуль стоку наносів – 2,1-4,1 т/км<sup>2</sup> за рік, а середньорічне значення каламутності – 11-83 г/м<sup>3</sup>.

### 3.3. Характеристика озер басейну р. Західний Буг

У басейні Західного Бугу (територія Волинської області) налічується понад 80 озер. Серед них – 42 карстового і 38 заплавного походження, із загальною площею – 92 км<sup>2</sup> [17]. П. Климович [52], беручи до уваги морфологічні і гідрологічні особливості, а також розташування озер на території Волинського Полісся згрупував їх у три групи (табл. 3.2-3.4).

Таблиця 3.2. Морфологічні та гідрологічні особливості озер першої групи, [49]

Назва озера	Довжина, м	Ширина, м	Площа, га	Глибина максимальна, м	Середні похили схилів
Світязь	9283	4822	2750,2	58,4	1 <sup>0</sup> 14'
Пулеметське	6050	3615	1637,6	19,2	0 <sup>0</sup> 31'
Луки	5960	3075	674,6	10,5	0 <sup>0</sup> 26'
Пермут	1850	1385	153,8	6,7	0 <sup>0</sup> 33'
Острів'янське	2600	1750	256,9	9,5	0 <sup>0</sup> 36'
Люцимир	3135	1988	455,0	11,0	1 <sup>0</sup> 55'
Пісочне	1912	1565	187,6	16,2	1 <sup>0</sup> 55'

Мінералізація води озер помірна або знижена, її величина коливається від 75-125 до 200-250 мг/дм<sup>3</sup>. Слід відзначити, що на межиріччі Західного Бугу та Прип'яті розташована група озер, які живлять Турський канал у Ратнівському районі Волинської області. Серед них, найбільшим за площею є Турське озеро площею 1296,3 га (див. табл. 3.4).

Таблиця 3.3. Морфологічні та гідрологічні особливості озер другої групи, [49]

Назва озера	Довжина, м	Ширина, м	Площа, га	Глибина максимальна, м	Середні похили схилів
Первірське	750	350	20,3	36,5	10 <sup>0</sup> 10'
Озерянське	550	335	13,4	8,2	3 <sup>0</sup> 10'
Дільське	615	435	21,6	25,4	6 <sup>0</sup> 15'
Охнич	1080	480	39,0	-	-
Дошні	543	505	21,3	32,5	6 <sup>0</sup> 28'
Уховецьке	775	460	24,4	7,0	2 <sup>0</sup> 20'

Таблиця 3.4. Морфологічні та гідрологічні особливості озер третьої групи, [49]

Назва озера	Довжина, м	Ширина, м	Площа, га	Глибина максимальна, м	Середні похили схилів
Турське	5610	3165,0	1296,3	2,6	0 <sup>0</sup> 6'
Оріховське	3905	2087,5	592,9	3,6	0 <sup>0</sup> 5'
Довге	765	417,5	23,1	1,5	-
Теребовець	1263	837,5	71,3	3,7	0 <sup>0</sup> 23'

Серед вище зазначених озер виділяють – Шацькі озера, що розташовані поблизу смт Шацьк. Територію, на якій вони розташовані, називають Шацьким поозер'ям [17, 47]. В цю групу входить 39 озер.

найбільшими з яких є Світязь, Пулемецьке, Луки, Люцимир, Острів'янське, Кримне та Пісочне (див табл. 3.2).

На українській ділянці басейну р. Західний Буг нараховується 14 водосховищ та 610 ставків. В таблиці 3.5 наведені їх параметри та розподіл серед областей, на території яких розташований басейн річки [98].

*Таблиця 3.5. Кількість та параметри ставків і водосховищ української частини (Волинська та Львівська області) басейну Західного Бугу*

Області	Ставки			Водосховища		
	Кількість, Шт.	Площа водної поверхні, тис. га	Об'єм, млн. м <sup>3</sup>	Кількість, шт	Площа водної поверхні, тис. га	Об'єм, млн. м <sup>3</sup>
Волинська	123	0,91	14,7	3	1,57	52,9
Львівська	487	1,86	30,49	11	2,58	119,0
Всього	610	2,77	45,19	14	4,15	171,9

## РОЗДІЛ 4

# ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ ТА СТІК ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

### 4.1. Загальні положення дослідження гідрохімічного режиму

Гідрохімічний режим характеризується закономірними змінами хімічного складу води річки або окремих його компонентів у часі, які обумовлені фізико-географічними умовами басейну та антропогенним впливом, а також проявляється у вигляді багаторічних, сезонних і навіть добових коливань концентрації компонентів хімічного складу і показників фізичних властивостей води, рівня забрудненості води, стоку розчинених хімічних речовин тощо [43, 140].

Під хімічним складом природних вод розуміють сукупність розчинених у природних водах мінеральних і органічних речовин в іонному, молекулярному і колоїдному стані. При гідрохімічних дослідженнях речовини, які становлять хімічний склад природних вод, поділяють на групи.

О.О. Алексін (1970 р.) виділив п'ять груп: головні іони; біогенні речовини; розчинені гази; органічні речовини та мікроелементи [2]. А.М. Никаноров (1989 р.) виділив шість груп – забруднювальні речовини [87]. Згодом В.К. Хільчевським (1997 р.) виділено в окрему сьому групу – радіоактивні елементи [100].

Сезонна динаміка гідрохімічного режиму більшості компонентів хімічного складу річкових вод басейну Західного Бугу, обумовлена перш за все сезонною динамікою природних факторів формування стоку та гідрологічним режимом річки. Для гідрологічного режиму р. Західний Буг є характерним чітко виражений сезонний характер, який визначається зміною типу водного живлення річки протягом року. У середньорічному стоці частка стоку весняного періоду досягає 40-60 %, зимового – 10-20 % [128]. Під час весняної повені та дощових паводків у літньо-осінній період об'єм водного стоку річок басейну Західного Бугу є найбільшим, що спричиняє розбавлення розчинених у воді солей.

Снігове живлення створює малу мінералізацію річкової води з перевагою гідрокарбонатних іонів кальцію, що значною мірою залежить від складу атмосферних опадів. Це пояснюється тим, що ґрунт під сніговим покривом звичайно промерзлий, і тому талі води не можуть надто збагачуватися солями, вимиваючи лише ті, які можна вилуговувати з поверхневого шару ґрунту. Відповідно, мінералізація води під час весняної повені залежить від одночасності танення



снігового покриву, його потужності та характеру погоди перед випаданням снігу. Якщо осінь була сухою, то в результаті випаровування і вивітрювання поблизу поверхні накопичуються солі, а при дощовій осені, навпаки, ґрунти стають бідними на солі [100].

Дощове живлення залежно від його інтенсивності й утворення поверхневого стоку теж зумовлює малу мінералізацію річкової води, втім вищу, ніж при сніговому живленні. При цьому виді поверхневого живлення, як і при сніговому, великого значення набуває характер погоди, який передував випаданню дощу.

Підземні води звичайно є основним джерелом живлення річок басейну Західного Бугу в меженні періоди (під час літньо-осінньої і особливо зимової межені), коли створюються найсприятливіші умови для розвантаження водоносних горизонтів у русла річок. Зокрема, під час зимової межені стік р.Західний Буг відбувається за рахунок підземного живлення, яке становить 10-20 % річного стоку. Підземні води мають підвищену мінералізацію, їм властивий різноманітний хімічний склад, зумовлений геолого-гідрогеологічними особливостями. Це сприяє підвищенню мінералізації річкової води в даний період та утворенню більш високих концентрацій деяких хімічних компонентів (у першу чергу головних іонів) [86].

Для характеристики та оцінки гідрохімічного режиму р. Західний Буг та її приток вихідна багаторічна інформація за кожним пунктом спостереження групувалася відповідно до основних сезонів: весняної повені, літньо-осінньої та зимової межені. Таким чином, були виділені генетично однорідні сукупності, що характеризують періоди з переважанням тих чи інших процесів формування хімічного складу річкових вод під впливом сезонних змін.

Слід відзначити, що для верхів'я Західного Бугу – частини річки, яка належить до Подільського гідрологічного району, є характерними яскраво виражена весняна повінь та низькі літньо-осіння та зимова межені, що характеризуються стійкістю, маловодністю і значною тривалістю. Весняна повінь розпочинається, як правило, в першій декаді березня (або останніх числах лютого), а закінчується в кінці квітня – на початку травня (у верхній його частині). В той же час, для середньої частини басейну Західного Бугу (басейн р. Луга) характерні нетривалі весняні повені, що закінчуються в кінці березня, деколи на початку квітня. Період літньо-осінньої межені, продовжується з травня по жовтень-листопад. Початок зимового меженого періоду відноситься, як правило, до третьої декади листопада – першої декади грудня [17, 18, 109]. В цілому, для уточнення часових меж сезонів додатково аналізувалися дані по щоденних витратах води за відповідними гідрологічними пунктами. Відповідно, за цими строками групувалися гідрохімічні дані для того, щоб розрахувати середні концентрації хімічних компонентів за період 1989-2003 рр. (найбільш репрезентативний

для для кожного, вище зазначеного, сезону.

Було використано 14 пунктів спостереження за хімічним складом річкових вод у басейні Західного Бугу. З них 7 пунктів розташовані на самій р. Західний Буг і 7 – на притоках (рр. Полтва, Рата, Солокія, Луга). Із сформованих за сезонами рядів гідрохімічних даних виводилися середні

Для характеристики та оцінки гідрохімічного режиму р. Західний Буг та її приток вихідна багаторічна інформація за кожним пунктом спостереження групувалася відповідно до основних сезонів: весняної повені, літньо-осінньої та зимової межені. Таким чином виділені генетично однорідні сукупності, що характеризують періоди з переважанням тих чи інших процесів формування хімічного складу річкових вод під впливом сезонних змін.

Слід відзначити, що для верхів'я Західного Бугу – частини річки Подільського гідрологічного району, є характерними яскраво виражена весняна повінь та низькі літньо-осіння та зимова межені, що характеризуються стійкістю, маловодністю і значною тривалістю. Весняна повінь розпочинається, як правило, в першій декаді березня (або останніх числах лютого), а закінчується в кінці квітня – на початку травня (у верхній його частині). В той же час для середньої частини басейну Західного Бугу (басейн р. Луга) характерні нетривалі весняні повені, що закінчуються в кінці березня, деколи на початку квітня. Період літньо-осінньої межені, продовжується з травня по жовтень-листопад. Початок зимового меженого періоду відноситься, як правило, до третьої декади листопада – першої декади грудня [17-18, 109]. В цілому, для уточнення часових меж сезонів додатково аналізувалися дані по щоденних витратах води за відповідними гідрологічними пунктами.

Відповідно, за цими строками групувалися гідрохімічні дані для того, щоб розрахувати середні концентрації хімічних компонентів за період 1989-2003 рр. (найбільш репрезентативний) для кожного, вище зазначеного, сезону.

Було використано 14 пунктів спостереження за хімічним складом річкових вод у басейні Західного Бугу. З них 7 пунктів розташовані на самій р. Західний Буг і 7 – на притоках (рр. Полтва, Рата, Солокія, Луга). Із сформованих за сезонами рядів гідрохімічних даних виводилися середні значення для наступних груп компонентів хімічного складу річкових вод басейну Західного Бугу:

- фізико-хімічні показники ( $pH$ ,  $O_2$ , % насичення,  $CO_2$ , біхроматна окиснюваність –  $BO$ , біохімічне споживання кисню за 5 діб –  $BCK_5$ );
- головні іони – ( $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ) та мінералізація води;
- біогенні речовини – ( $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $N_{заг.}$ ,  $P_{лиг.}$ ,  $P_{заг.}$ ,  $Si$ );

– мікроелементи – ( $Fe_{заг}$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Mn$ );

– специфічні забруднювальні речовини – (нафтопродукти, СПАР, феноли).

Крім того, з 1971 по 2003 рр. за 3 пунктами і 6 створами, що розташовані безпосередньо на р. Західний Буг, досліджували багаторічні коливання середньорічних концентрацій головних іонів ( $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ) та величини мінералізації води річки. Аналіз багаторічної мінливості водності р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста) дозволив виділити три періоди з середньою (I), низькою (II) та високою (III) водністю (I – 1971-1981 рр., II – 1982-1991 рр., III – 1992-2003 рр.), власне за якими проводився порівняльний аналіз середньорічних концентрацій зазначених вище компонентів хімічного складу води річки. Багаторічну динаміку середньорічних концентрацій головних іонів та величини мінералізації води Західного Бугу протягом 1971-2003 рр. апроксимували за допомогою поліноміальних згладжувальних функцій з отриманням емпіричних залежностей, які дали змогу визначити ймовірності концентрації головних іонів та значення мінералізації води річки на 2008 р.

## 4.2. Фізико-хімічні показники води

*Водневий показник (pH)* є одним із найважливіших показників якості води, що має важливе значення для хімічних і біологічних процесів, які протікають у природних водах. Цей показник, як відомо, є досить стабільним і змінюється у незначних межах, що обумовлено буферними властивостями води.

Під час весняної повені середнє значення *pH* води р. Західний Буг становить 7,50 (табл. 4.1), змінюючись у межах від 7,41 (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до 7,59 (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань величини *pH* у воді приток дещо більший і становить від 6,80 (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 7,57 (р. Полтва – м. Львів) (табл. 4.2).

В період літньо-осінньої межени середнє значення *pH* води Західного Бугу зменшується і становить 7,36 (див. табл. 4.1), при зростанні діапазону коливань від 6,58 (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста) до 7,69 (м. Буськ, 1 км вище міста). Зростають значення і діапазон коливань *pH* у воді приток – від 6,30 (р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста) до 7,71 (р. Солокія – м. Червоноград) (табл. 4.3).

Середнє значення *pH* води р. Західний Буг під час зимової межени є дещо більшим, порівняно з літньо-осінньою меженню, і становить 7,41

Таблиця 4.1. Мінімальні та максимальні значення рН, газового складу, біхроматної окиснюваності (БО) та біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) у воді р.Західний Буг та її приток за період 1989-2003 рр.

Головна річка чи її притоки	рН	O <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	БО, мгО/дм <sup>3</sup>	БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
		мг/дм <sup>3</sup>	% насичення			
<i>Весняна повінь</i>						
Західний Буг*	<u>7.41-7.59</u> 7,50	<u>6.0-10.1</u> 8,3	<u>53-88</u> 74	<u>6.5-19.1</u> 12,9	<u>32.8-38.0</u> 35,7	<u>2.2-8.0</u> 4,3
Притоки	6,80-7,57	3,0-13,4	25-119	10,7-27,1	23,5-143,0	0,6-10,5
<i>Літньо-осіння межень</i>						
Західний Буг	<u>6.58-7.69</u> 7,36	<u>5.2-9.8</u> 8,0	<u>52-98</u> 78	<u>9.1-18.9</u> 16,1	<u>31.8-38.7</u> 35,1	<u>3.0-6.8</u> 4,3
Притоки	6,30-7,71	3,6-11,8	35-122	7,8-25,7	27,2-80,5	0,9-53,6
<i>Зимова межень</i>						
Західний Буг	<u>7.17-7.57</u> 7,41	<u>7.0-11.6</u> 9,5	<u>54-86</u> 71	<u>6.4-20.3</u> 13,1	<u>31.3-55.2</u> 38,3	<u>2.7-6.4</u> 4,3
Притоки	6,90-7,58	2,6-13,0	20-95	8,9-27,0	27,4-116,2	1,2-54,5

Примітка. \* Для р. Західний Буг під рискою наведені також середні значення

(див. табл. 4.1), змінюючись від 7,17 (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до 7,57 (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань і значення рН у воді приток, порівняно з літньо-осінньою меженню, навпаки, стають дещо меншими, а саме від 6,90 (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста) до 7,58 (р. Солокія – м. Червоноград) (табл. 4.4).

Кисень (O<sub>2</sub>) – один з газів, який постійно присутній у природних водах. Наявність кисню у природних водах має дуже важливе і багатостороннє значення. По-перше, кисень необхідний для існування більшості водних організмів. По-друге, як сильний окисник, кисень відіграє важливу санітарно-гігієнічну роль, сприяючи швидкій мінералізації органічних залишків [100].

Концентрації розчиненого O<sub>2</sub> в поверхневих водах змінюються від нуля до 14 мг/дм<sup>3</sup> і характеризуються значними сезонними коливаннями, які в основному залежать від співвідношення інтенсивності процесів його продукування та споживання [43].

Під час весняної повені середня концентрація O<sub>2</sub> води р. Західний Буг становить 8,3 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.1), змінюючись у межах від 6,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста) до 10,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста). Діапазон коливань концентрацій O<sub>2</sub> у воді приток становить від 3,0 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) до 13,4 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) (див. табл. 4.2).

В період літньо-осінньої межени середня концентрація O<sub>2</sub> води р.Західний Буг становить 8,0 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.1), при коливаннях в

**Таблиця 4.2. Середні значення рН, газового складу, біхроматної окиснюваності (БО) та біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) у річкових водах басейну Західного Бугу за період весняної повені (1989-2003 рр.)**

№ з/п	Річка – пункт	рН	O <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	БО, мгО/дм <sup>3</sup>	БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
			мг/дм <sup>3</sup>	% насичення			
1.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	7,54	10,1	88	6,5	32,8	3,3
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	7,43	7,2	62	8,2	38,0	4,2
3.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	7,54	6,3	55	18,8	33,2	7,3
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	7,58	6,0	53	19,1	37,0	8,0
5.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	7,41	9,7	88	13,7	35,2	3,0
6.	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	7,47	9,6	88	13,6	36,8	2,6
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	7,59	9,5	83	10,8	36,9	2,2
8.	р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста	7,57	-	-	27,1	143,0	10,5
9.	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	7,33	3,0	25	10,8	81,3	10,2
10.	р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	7,42	12,2	98	10,7	32,5	1,7
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	7,50	13,4	119	12,6	29,5	2,2
12.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	6,80	12,7	102	12,1	23,5	0,6
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	6,90	12,9	105	12,1	23,7	0,8
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	6,90	12,7	101	12,9	34,3	0,8

межах від 5,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста) до 9,8 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста). Дещо зменшується діапазон коливань і в межах міста). Дещо зменшується діапазон коливань і абсолютні концентрації O<sub>2</sub> у воді приток – від 3,6 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) до 11,8 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) (див. табл. 4.3).

Середня концентрація O<sub>2</sub> води р. Західний Буг в період зимової межені є більшою, порівняно з літньо-осінньою меженню, і становить 9,5 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.1), змінюючись від 7,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста) до 11,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації O<sub>2</sub> у воді приток є також більшими, порівняно з літньо-осінньою меженню, а саме від 2,6 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) до 13,0 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) (див. табл. 4.4).

Насичення води киснем (O<sub>2</sub> % насичення) – це відносна форма вираження вмісту кисню, яка визначає ступінь насичення води киснем і

**Таблиця 4.3. Середні значення рН, газового складу, біхроматної окиснюваності (БО) та біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) у річкових водах басейну Західного Бугу за період літньо-осінньої межени (1989-2003 рр.)**

№ з/п	Річка – пункт	рН	O <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	БО, мгО/дм <sup>3</sup>	БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
			мг/дм <sup>3</sup>	% насичення			
1.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	7,69	9,7	89	9,1	33,0	3,7
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	7,58	6,5	65	11,6	31,8	3,0
3.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	7,55	5,6	54	18,8	33,8	4,8
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	6,58	5,2	52	17,9	37,2	6,8
5.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	7,30	9,5	94	8,9	36,0	3,3
6.	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	7,43	9,8	95	18,9	35,4	4,7
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	7,42	9,8	98	17,8	38,7	3,9
8.	р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста	7,56	3,7	36	25,7	80,5	53,6
9.	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	7,59	3,6	35	12,7	50,5	5,9
10.	р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	7,64	11,6	112	7,88	29,2	1,3
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	7,71	11,8	120	13,8	34,0	2,2
12.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	7,00	11,7	122	11,4	27,2	0,9
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	6,30	11,1	116	10,9	28,7	0,9
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	7,00	11,5	121	11,8	28,7	1,0

виражається у відсотках до його нормального вмісту [100].

Під час весняної повені середня величина O<sub>2</sub> % насичення води р. Західний Буг становить – 74 % насичення (див. табл. 4.1), змінюючись у межах від 53 % насичення (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста) до 88 % насичення (м. Сокаль, в межах міста). Діапазон коливань O<sub>2</sub> % насичення у воді приток становить від 25 % насичення (р. Полтва – м. Буськ) до 119 % насичення (р. Солокія – м. Червоноград) (див. табл. 4.2 і рис. 4.1).

В період літньо-осінньої межени середня величина O<sub>2</sub> % насичення води р. Західний Буг збільшується порівняно з весняною повінню і становить 78 % насичення (див. табл. 4.1), при коливаннях в межах від 52 % насичення (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста) до 98 % насичення (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Дещо збільшується діапазон коливань і відносні величини, які визначають ступінь насичення води

**Таблиця 4.4. Середні значення рН, газового складу, біхроматної окиснюваності (БО) та біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) у річкових водах басейну Західного Бугу за період зимової межени (1989-2003 рр.)**

№ з/п	Річка – пункт	рН	O <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	БО, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
			мг/дм <sup>3</sup>	% насичення			
1.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	7,53	10,5	79	6,4	39,0	4,3
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	7,39	7,0	54	9,9	55,2	6,4
3.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	7,57	8,1	60	20,1	36,9	5,3
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	7,57	7,8	57	20,3	35,9	5,4
5.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	7,17	10,7	80	10,7	31,3	3,3
6.	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	7,25	11,0	82	12,2	31,8	2,8
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	7,40	11,6	86	12,6	38,0	2,7
8.	р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста	7,55	-	-	27,0	116,2	54,5
9.	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	7,33	2,6	20	9,4	85,0	11,5
10.	р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	7,29	12,7	91	8,9	32,7	1,2
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	7,58	13,0	95	17,2	33,5	2,4
12.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	6,99	12,6	92	11,6	27,4	2,0
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	7,07	12,6	93	12,0	27,7	2,1
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	6,90	12,5	92	11,9	31,3	1,8

киснем у воді приток – від 35 % насичення (р. Полтва – м. Буськ) до 122 % насичення (р. Луга – Володимир-Волинський, 1 км вище міста) (див. табл. 4.3 і рис. 4.1).

Середня величина відносного вмісту кисню у воді р. Західний Буг в період зимової межени становить 71 % насичення, змінюючись від 54 % насичення (м. Буськ, 1 км нижче міста) до 86 % насичення (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Відносні величини O<sub>2</sub> у воді приток коливалися від 20 % насичення (р. Полтва – м. Буськ) до 95 % насичення (р. Солокія – м. Червоноград) (див. табл. 4.4 і рис. 4.1).

Діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>) – є надзвичайно важливим компонентом. Якщо можливість існування тваринних організмів залежить від наявності кисню, то діоксид вуглецю відіграє також важливе значення для рослинних організмів як джерело вуглецю, без якого в природних водах не існувало б життя. Крім того, діоксид вуглецю відіграє важливу

роль в гідрохімічних процесах: збільшує розчинність води і стає джерелом утворення іонів  $HCO_3^-$  і  $CO_3^{2-}$  [99].

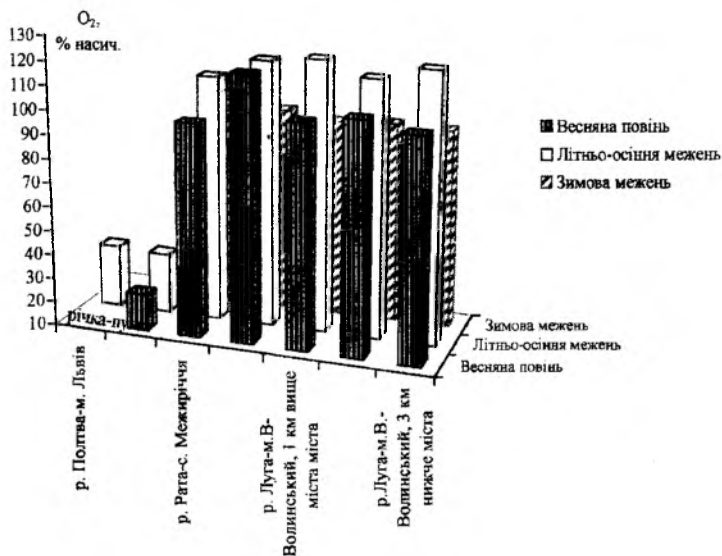


Рис. 4.1. Сезонний розподіл відносного вмісту кисню ( $O_2$ , % насичення) у воді приток басейну р. Західний Буг

В поверхневих водах концентрація  $CO_2$  не перевищує 20-30 мг/дм<sup>3</sup>. Вміст  $CO_2$  в поверхневих водах, який пов'язаний з інтенсивністю фотосинтезу, закономірно змінюється протягом року – зменшується навесні та влітку і зростає восени, досягаючи максимуму наприкінці зими.

Під час весняної повені середня концентрація  $CO_2$  у воді р. Західний Буг становить – 12,9 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.1), змінюючись у межах від 6,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 19,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій  $CO_2$  у воді приток становить від 10,7 мг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 27,1 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.2).

В період літньо-осінньої межені спостерігається зростання середньої концентрації  $CO_2$  у воді р. Західний Буг до 16,1 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях в межах від 9,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 18,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації діоксиду вуглецю у воді приток становлять від 7,8 мг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 25,7 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.3).

Середня концентрація  $CO_2$  у воді р. Західний Буг в період зимової межені дещо знижується, порівняно з літньо-осінньою меженню, і становить 13,1 г/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 6,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище



міста) до  $20,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Проте, зростає діапазон коливань і абсолютні концентрації  $\text{CO}_2$  у воді приток – від  $8,9 \text{ мг/дм}^3$  (р. Рата – с. Межиріччя) до  $27,0 \text{ мг/дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.4).

*Біхроматна окиснюваність води* – ( $\text{BO}$ ,  $\text{мгО/дм}^3$ ). Середнє значення біхроматної окиснюваності води р. Західний Буг під час весняної повені становить –  $35,7 \text{ мгО/дм}^3$  (див. табл. 4.1), змінюючись у межах від  $32,8 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км вище міста) до  $38,0 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань  $\text{BO}$  у воді приток становить від  $23,5 \text{ мгО/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до  $143,0 \text{ мгО/дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.2).

В період літньо-осінньої межени середнє значення  $\text{BO}$  води р. Західний Буг майже незмінюється –  $35,1 \text{ мгО/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $31,8 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км нижче міста) до  $38,7 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Сокаль, 2 км нижче міста) (див. табл. 4.1). Діапазон коливань і значення  $\text{BO}$  у воді приток дещо зменшуються – від  $27,2 \text{ мгО/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до  $80,5 \text{ мгО/дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.3).

Середня величина  $\text{BO}$  води р. Західний Буг в період зимової межени дещо підвищується, порівняно з літньо-осінньою меженню, і становить  $38,3 \text{ мгО/дм}^3$ , змінюючись від  $31,3 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до  $55,2 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км нижче міста) (див. табл. 4.1). Зростають також діапазон коливань і значення  $\text{BO}$  у воді приток – від  $27,4 \text{ мгО/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до  $116,2 \text{ мгО/дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.4).

*Біохімічне споживання кисню* ( $\text{БСК}$ ) – показник, який дає опосередковані уявлення про вміст органічної речовини, тобто кількість кисню, який споживається за певний час при біохімічному окисненні у воді речовин в аеробних умовах; виражається в  $\text{мг/дм}^3$  щодо молекулярного кисню ( $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$ ).

Найчастіше використовується значення  $\text{БСК}_5$  – біохімічне споживання кисню протягом 5 діб. Значення  $\text{БСК}_5$  використовують для оцінки ступеня забруднення водного об'єкту та вмісту органічних речовин, які легко окиснюються [100].

У поверхневих водах значення  $\text{БСК}_5$  змінюється від  $0,5$  до  $4,0 \text{ мг/дм}^3$  щодо  $\text{O}_2$ , при цьому мають місце сезони коливання, які переважно залежать від змін температури та початкової концентрації розчиненого кисню [2].

Під час весняної повені середнє значення  $\text{БСК}_5$  води р. Західний Буг становить  $4,3 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (див. табл. 4.1), змінюючись у межах від  $2,2 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (м. Сокаль, 2 км нижче міста) до  $8,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста), що перевищує значення ГДК у 2 рази.

Діапазон коливань  $\text{БСК}_5$  у воді приток становить від  $0,6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$

(р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до  $10,5 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів), що перевищує значення ГДК у 2,5 рази (див. табл. 4.2).

Під час літньо-осінньої межені середнє значення  $BCK_5$  води р. Західний Буг залишається незмінним і становить  $4,3 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (див. табл. 4.1), при коливаннях в межах від  $3,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (м. Буськ, 1 км нижче міста) до  $6,8 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Проте, значно зростає діапазон коливань величини  $BCK_5$  у воді приток, а саме від  $0,9 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до  $53,6 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів), що перевищує значення ГДК у 13,4 рази (див. табл. 4.3).

Середнє значення  $BCK_5$  води р. Західний Буг в період зимової межені таке ж, як і влітку –  $4,3 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ , змінюючись від  $2,7 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (м. Сокаль, 2 км нижче міста) до  $6,4 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (м. Буськ, 1 км нижче міста). Крім того, незмінно високими залишаються діапазон коливань і значення  $BCK_5$  у воді приток – від  $1,8 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста) до  $54,5 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів), що перевищує значення ГДК у 13,6 разів (див. табл. 4.4).

### 4.3. Головні іони та мінералізація води

Характеризуючи *сезонний розподіл головних іонів* у воді р. Західний Буг та її приток слід відзначити, що в живленні річок басейну Західного Бугу приймають участь численні джерела, які витікають з водоносних горизонтів третинних і верхньокрейдових відкладів.

Хімічний склад річкових вод досліджуваного басейну формується в умовах підвищеної вологості. Формування сольового складу води, зокрема, визначається сильним впливом карбонатних і гіпсоносних порід, що складають водозбір басейну [109].

*Гідрокарбонатні іони* ( $\text{HCO}_3^-$ ) є найважливішою частиною хімічного складу річкових вод, оскільки основний внесок в іонний склад маломінералізованих вод належить переважно гідрокарбонатам кальцію і магнію.

Поверхневі води басейну Західного Бугу контактують переважно з відносно добре промитими верхніми шарами ґрунту і порід, а тому бідними на легкорозчинні хлориди і сульфати. Іонний склад поверхневих вод басейну генетично пов'язаний з дуже поширеними і малорозчинними карбонатними породами, зокрема крейдовими відкладами.

Під час весняної повені середня концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді р. Західний Буг становить  $275 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (табл. 4.5), змінюючись у межах від  $244 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (м. Буськ, 1 км вище міста) до  $305 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста).

Таблиця 4.5. Мінімальні та максимальні концентрації головних іонів і величини мінералізації води р. Західний Буг та її притоки у різні сезони за період 1989-2003 рр., мг/дм<sup>3</sup>

Головна річка чи її притоки	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	Cl	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Σ
<i>Весняна повінь</i>								
Західний Буг*	<u>244-305</u> 275	<u>45-55</u> 50	<u>38-61</u> 50	<u>82-94</u> 88	<u>10-15</u> 13	<u>13-26</u> 20	<u>2-4</u> 3	<u>439-554</u> 497
Притоки	231-330	26-120	18-131	80-140	9-24	9-40	1-7	414-784
<i>Літньо-осіння межень</i>								
Західний Буг	<u>271-305</u> 288	<u>41-66</u> 54	<u>39-60</u> 50	<u>84-99</u> 92	<u>11-19</u> 15	<u>22-38</u> 30	<u>3-5</u> 4	<u>484-552</u> 518
Притоки	248-358	27,1-104,0	16-110	80-124	9-15	15-80	2-11	433-801
<i>Зимова межень</i>								
Західний Буг	<u>284-322</u> 303	<u>47-80</u> 64	<u>45-68</u> 57	<u>89-118</u> 104	<u>15-19</u> 17	<u>28-42</u> 35	<u>4-6</u> 5	<u>537-608</u> 573
Притоки	265-347	26-187	19-147	84-144	9-23	14-38	2-5	463-847

Примітка.\* Для р. Західний Буг під рискою наведені також середні концентрації

**Таблиця 4.6. Середня концентрація головних іонів і величина мінералізації води р.Західний Буг та її приток за період весняної повені (1989-2003 рр.), мг/дм<sup>3</sup>**

№ з/п	Річка – пункт	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Σ
1.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	244	47,1	37,6	82,1	13,5	12,5	1,8	439,0
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	273	50,1	52,4	83,4	15,2	25,7	3,7	503,5
3.	р. Західний Бу – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	294	54,1	59,1	91,3	13,0	24,6	3,5	540,0
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	305	55,4	61,3	92,5	13,5	22,6	3,2	553,5
5.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	264	46,2	51,2	91,7	10,1	13,7	1,9	481,5
6.	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	265	51,3	51,7	92,3	11,2	19,3	2,7	493,5
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	264	45,4	48,0	94,4	11,9	18,0	2,5	481,5
8.	р. Полтва – м. Львів, 3,5км нижче міста	330	120,0	131,0	140,0	18,0	40,0	5,0	784,0
9.	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	302	102,4	74,8	107,0	24,1	25,7	3,7	640,0
10.	р. Рата – с. Межиріччя, 0,5км нижче села	231	37,9	33,6	82,2	9,5	17,7	2,5	414,4
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	248	31,1	34,6	85,7	10,5	9,9	1,4	421,2
12.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	285	25,9	17,9	79,5	9,5	45,6	6,5	470,0
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	292	27,1	18,9	85,0	8,8	30,5	4,3	467,0
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	316	38,1	23,9	86,4	14,2	39,8	5,6	524,0

Абсолютні концентрації HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> у воді приток коливаються від 231 мг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 330 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (табл. 4.6).

В період літньо-осінньої межені середня концентрація гідрокарбонатних іонів у воді р. Західний Буг становить 288 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях в межах від 271 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 305 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> у воді приток – від 248 мг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 358 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (табл. 4.7).

Середня концентрація HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> у воді р. Західний Буг в період зимової межені досягає 303 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), змінюючись від 284 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста) до 322 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище

Таблиця 4.7. Середня концентрація головних іонів і величина мінералізації води р. Західний Буг та її приток за період літньо-осінньої межени (1989-2003 рр.), мг/дм<sup>3</sup>

№ з/п	Річка – пункт	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$\Sigma$
1.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	271	49,3	39,2	84,0	15,7	22,1	3,1	484,4
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	285	62,1	52,3	93,4	19,0	27,5	3,9	543,2
3.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	305	40,6	52,7	93,0	17,9	24,9	3,5	538,0
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	274	50,0	54,2	98,7	17,3	23,8	3,4	521,4
5.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	283	42,1	56,5	91,5	11,3	34,5	4,9	524,0
6.	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	284	51,8	59,5	90,0	16,0	37,7	5,3	544,3
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	276	66,0	59,0	96,9	12,6	36,5	5,2	552,2
8.	р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче м.	358	104,0	110,0	124,0	14,5	80,0	10,5	801,0
9.	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	304	78,8	64,6	110,0	18,9	32,4	4,6	613,3
10.	р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	248	37,8	32,0	84,1	10,1	18,1	2,5	433,0
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	256	43,2	40,2	88,1	10,0	15,2	2,1	455,0
12.	р. Луга – м. В.-Волинський, 1 км вище міста	302	27,1	16,0	83,1	10,2	25,1	3,5	467,0
13.	р. Луга – м. В.-Волинський, в межах міста	305	30,0	17,6	83,4	9,4	33,6	4,8	484,0
14.	р. Луга – м. В.-Волинський, 3 км нижче міста	310	32,0	21,5	79,5	14,1	38,8	5,5	501,4

міста). Підвищуються також і абсолютні концентрації  $HCO_3^-$  у воді приток – від 265 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) до 347 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (табл. 4.8).

Отже, найменші концентрації гідрокарбонатних іонів спостерігаються під час весняної повені (275 мг/дм<sup>3</sup>); у межени періоди концентрація  $HCO_3^-$  зростає від 288 мг/дм<sup>3</sup> (літньо-осіння межень) до максимальних значень – 303 мг/дм<sup>3</sup> (зимова межень). Аналогічно змінюються концентрації гідрокарбонатних іонів у воді приток басейну.

Сульфатні іони ( $SO_4^{2-}$ ). Під час весняної повені середня концентрація сульфатних іонів у воді р. Західний Буг становить – 50 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл.

**Таблиця 4.8. Середня концентрація головних іонів і величина мінералізації води р. Західний Буг та її приток за період зимової межени (1989-2003 рр.), мг/дм<sup>3</sup>**

№ з/п	Річка – пункт	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$\Sigma$
1.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	290	46,6	45,0	88,7	19,3	41,0	5,9	536,5
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	305	80,0	64,2	102,0	19,0	33,0	4,7	608,0
3.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	322	52,3	54,8	107,1	15,4	31,5	4,5	588,0
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	318	55,5	62,2	106,3	15,3	42,2	6,0	605,5
5.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	289	54,3	58,2	107,0	16,3	34,6	4,9	564,3
6.	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	284	62,8	60,5	106,5	16,8	35,4	5,0	571,0
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	291	67,1	68,0	118,0	17,1	27,6	3,9	593,0
8.	р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче м.	347	187,0	147,4	144,0	21,7	-	-	847,0
9.	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	331	100,0	92,0	107,0	23,2	14,3	2,1	670,0
278	р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села		32,0	33,3	88,8	9,3	30,7	4,3	476,4
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	265	33,3	37,2	94,6	8,8	21,1	3,0	463,0
12.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	327	25,7	18,6	85,2	14,4	32,5	4,6	508,0
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	324	27,9	19,5	84,0	13,9	31,9	4,5	506,0
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	314	34,2	20,9	83,5	13,9	38,4	5,4	510,3

4.5), змінюючись в межах від 45 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста) до 55 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). У воді приток концентрації  $SO_4^{2-}$  змінюються від 26 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 120 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів).

За період літньо-осінньої межени середня концентрація  $SO_4^{2-}$  у воді р. Західний Буг дещо збільшується, в порівнянні з весняною повинню, і становить – 54 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях від 41 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста) до 66 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації  $SO_4^{2-}$  у воді приток

становить – 27 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 104 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.7).

Середня концентрація сульфатних іонів у воді р. Західний Буг під час зимової межени становлять 64 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), змінюючись від 47 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 80 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста). Зростають у зимову межень і діапазон коливань, і абсолютні концентрації  $SO_4^{2-}$  у воді приток – від 26 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 187 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів), що перевищує ГДК майже у 2 рази (див. табл. 4.8).

*Хлоридні іони (Cl)* не утворюють важкорозчинних мінералів і не накопичуються біогенним шляхом, бо вони мають високу міграційну здатність. Розчинність хлоридних солей натрію, магнію і кальцію дуже висока, внаслідок чого хлоридні іони без перешкод мігрують з водами [87].

Основними джерелами надходження хлоридних іонів у природні води є: хлористі мінерали (галіт  $NaCl$ , сильвін  $KCl$  тощо) з гірських порід, ґрунтів; атмосферні опади; промислові і господарсько-побутові стічні води.

Під час весняної повені середня концентрація хлоридних іонів у воді р. Західний Буг становить 50 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), змінюючись у межах від 38 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 61 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань середніх концентрацій  $Cl$  у воді приток значно більший і становить від 18 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 131 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.6).

Під час літньо-осінньої межени середня концентрація  $Cl$  у воді р. Західний Буг становить – 50 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях від 39 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 60 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста). Діапазон коливань концентрацій  $Cl$  у воді приток становить від 16 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 110 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.7).

За період зимової межени середня концентрація хлоридних іонів у воді р. Західний Буг становить 57 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), змінюючись від 45 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 68 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації  $Cl$  у воді приток становлять від 19 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 147 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.8).

*Іони кальцію ( $Ca^{2+}$ )*. Середня концентрація іонів кальцію у воді р. Західний Буг під час весняної повені становить 88 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях від 82 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 94 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій  $Ca^{2+}$  у воді приток досить значний – від 80 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 140 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва –

м. Львів) (див. табл. 4.6).

В період літньо-осінньої межени концентрація  $Ca^{2+}$  у воді р. Західний Буг становить  $92 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 4.5), при коливаннях від  $84 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км вище міста) до  $99 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій  $Ca^{2+}$  у воді приток становить від  $80 \text{ мг/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста) до  $124 \text{ мг/дм}^3$  (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.7).

Середня концентрація іонів кальцію у воді р. Західний Буг під час зимової межени становить  $104 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 4.5), при коливаннях від  $89 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км вище міста) до  $118 \text{ мг/дм}^3$  (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Коливання концентрацій  $Ca^{2+}$  у воді приток – від  $84 \text{ мг/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста) до  $144 \text{ мг/дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.8).

*Іони магнію ( $Mg^{2+}$ ).* Під час весняної повені, середня концентрація іонів магнію у воді р. Західний Буг становить  $13 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 4.5), при коливаннях від  $10 \text{ мг/дм}^3$  (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до  $15 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км нижче міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації  $Mg^{2+}$  у воді приток змінюються у межах від  $9 \text{ мг/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста) до  $24 \text{ мг/дм}^3$  (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.6).

За період літньо-осінньої межени середня концентрація  $Mg^{2+}$  у воді р. Західний Буг становить  $15 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 4.5), при коливаннях від  $11 \text{ мг/дм}^3$  (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до  $19 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км нижче міста). Коливання концентрацій  $Mg^{2+}$  у воді приток відбувається в межах від  $9 \text{ мг/дм}^3$  (р. Луга – м. Кам'янка-Бузька, в межах міста) до  $19 \text{ мг/дм}^3$  (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.7).

Під час зимової межени середня концентрація іонів магнію у воді р. Західний Буг становить  $17 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 4.5), при коливаннях від  $15 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста) до  $19 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км вище міста). Діапазон коливань середніх концентрацій  $Mg^{2+}$  у воді приток змінюється в межах від  $9 \text{ мг/дм}^3$  (р. Солокія – м. Червоноград) до  $23 \text{ мг/дм}^3$  (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.8).

*Іони натрію ( $Na^+$ ).* Під час весняної повені, середня концентрація іонів натрію у воді р. Західний Буг становить  $20 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 4.5), при коливаннях від  $13 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км вище міста) до  $26 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км нижче міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації  $Na^+$  у воді приток змінюються у межах від  $9 \text{ мг/дм}^3$  (р. Солокія – м. Червоноград) до  $40 \text{ мг/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) (див. табл. 4.6).

За період літньо-осінньої межени середня концентрація  $Na^+$  у воді р. Західний Буг становить –  $30 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 4.5), при коливаннях від  $22 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км вище міста) до  $38 \text{ мг/дм}^3$  (м. Сокаль, в межах міста). Діапазон коливань та абсолютні концентрацій  $Na^+$  у воді



приток змінюється в межах від 15 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) до 80 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.7).

Під час зимової межени середня концентрація іонів натрію у воді р.Західний Буг становить 35 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях від 28 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста) до 42 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон концентрацій  $Na^+$  у воді приток змінюється в межах від 14 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) до 38 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста) (див. табл. 4.8).

*Іони калію ( $K^+$ )*. Під час весняної повені, середня концентрація іонів калію у воді р. Західний Буг становить 3 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях від 2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста). У воді приток концентрації  $K^+$  змінюються у межах від 1 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) до 7 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) (див. табл. 4.6).

У період літньо-осінньої межени середня концентрація  $K^+$  у воді р.Західний Буг становить 4 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях від 3 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста). Діапазон коливань концентрацій  $K^+$  у воді приток змінюється у межах від 2 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) до 11 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.7).

Під час зимової межени середня концентрація іонів калію у воді р.Західний Буг дещо підвищується порівняно з літньо-осінньою меженню, і становить 5 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях від 4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста) до 6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон концентрацій іонів калію у воді приток становить від 2 мг/дм<sup>3</sup> (р.Полтва – м. Буськ) до 5 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста) (див. табл. 4.8).

*Мінералізація води ( $\Sigma$ )*. Під час весняної повені середнє значення величини мінералізації води р. Західний Буг становить 497 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях від 439 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 554 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань і абсолютні значення величини мінералізації у воді приток басейну змінюються в межах від 414 мг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 784 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.6).

В період літньо-осінньої межени середнє значення величини мінералізації води р. Західний Буг становить 518 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях від 484 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 552 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань середніх значень величини мінералізації у воді приток змінюється в межах від 433 мг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 801 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.7).

Під час зимової межени середнє значення величини мінералізації води р.Західний Буг досягає 573 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.5), при коливаннях

від 537 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 608 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста). Діапазон коливань і абсолютні значення величини мінералізації у воді приток змінюються в межах від 463 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) до 847 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.8).

Гідрохімічний режим більшості компонентів хімічного складу води визначається впливом цілої низки взаємозалежних факторів, в результаті чого простежується часова (сезонна) мінливість гідрохімічних показників. За О.О. Алексіним [2] форма такого зв'язку має складний характер і залежить, у першу чергу, від умов формування гідрологічного режиму річки.

Для дослідження умов формування хімічного складу води р. Західний Буг була проведена оцінка взаємозв'язку між витратами води та величиною мінералізації води Західного Бугу (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста) протягом року (1998 р.). Слід відзначити, що водність досліджуваної річки у 1998 р. була високою. Проте, для річок зони достатньої зволоженості водність року суттєво не впливає на характер зв'язку  $\Sigma = f(Q)$ , що пояснюється значним рівнем промитості ґрунтів від легкорозчинних солей і поповненням сольового складу річки, в основному, за рахунок важкорозчинних сполук гідрокарбонатів кальцію та магнію.

Між витратами води та величиною мінералізації води Західного Бугу (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста) протягом року (1998 р.), в результаті проведеного кореляційного аналізу було встановлено обернений зв'язок (рис. 4.2). Коефіцієнт кореляції становив – 0,7.

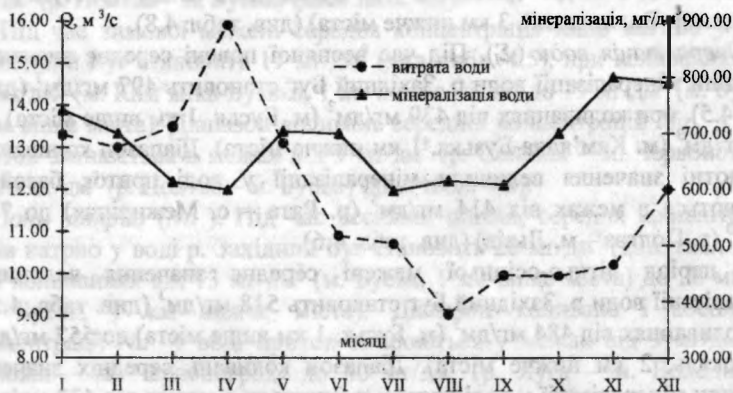


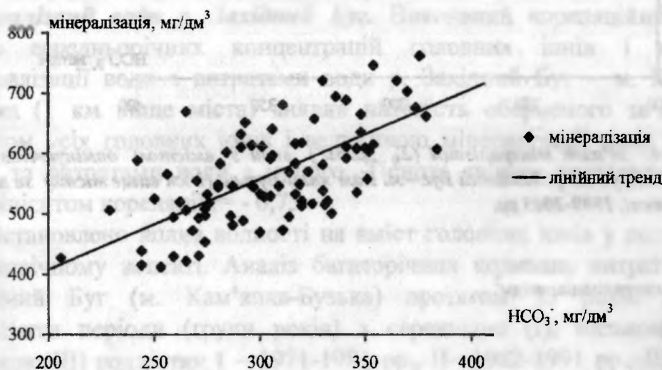
Рис. 4.2. Зміна величини мінералізації ( $\Sigma$ , мг/дм<sup>3</sup>) та витрат ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с) води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) протягом 1998 р.

Для р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) встановлені також статистично значимі зв'язки між мінералізацією води

( $\Sigma$ ) та вмістом домінуючого гідрокарбонатного іону ( $\text{HCO}_3^-$ ) у різні сезони та за рік в цілому (1989-2003 рр.). Їх співвідношення ілюструють рівняння прямих (табл. 4.10), а також їх графічні зображення на рис. 4.3-4.5.

**Таблиця 4.10.** Рівняння зв'язку мінералізації ( $y$ ) води з вмістом гідрокарбонатного іону ( $x$ ) у воді р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) у різні сезони та за рік у цілому, 1989-2003 рр.

Сезони	Рівняння зв'язку	Достовірність апроксимації, $R^2$	Коефіцієнт кореляції
Весняна повінь	$y=1,95x$	0,52	0,74
Літньо-осіння межень	$y=1,78x$	0,54	0,74
Зимова межень	$y=1,82x$	0,45	0,68
За рік в цілому	$y=1,84x$	0,47	0,70



**Рис. 4.3** Зв'язок мінералізації ( $\Sigma$ ,  $\text{мг/дм}^3$ ) води з вмістом домінуючого іону ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{мг/дм}^3$ ), що спостерігається протягом року у воді р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста), 1989-2003 рр.

**Класифікація хімічного складу річкових вод басейну.** Як зазначалося вище, іонний склад річкових вод басейну Західного Бугу генетично пов'язаний з дуже поширеними і малорозчинними карбонатними породами, які складають водозбір басейну. Відповідно, у всі сезони року у воді річки та її приток превалюють іони  $\text{HCO}_3^-$  і  $\text{Ca}^{2+}$  (див. табл. 4.5-4.8). Проведені згідно класифікації О.О. Алекіна та за формулою Курлова розрахунки, показали, що вода Західного Бугу належить до гідрокарбонатного класу групи кальцію II типу –  $\text{C}_{II}^{\text{Ca}}$ . Крім того, дані, отримані за формулою Курлова, дали змогу оцінити внесок кожного іону в %-еквівалентній формі (табл. 4.11). А саме, аніони

розташовуються в наступній послідовності:  $HCO_3^-$  (63-64 %-екв.) >  $Cl^-$  (21-22 %-екв.) >  $SO_4^{2-}$  (15-16 %-екв.), а катіони:  $Ca^{2+}$  (63-66 %-екв.) >  $Na^+ + K^+$  (16-21 %-екв.) >  $Mg^{2+}$  > (15-18 %-екв.) [128].

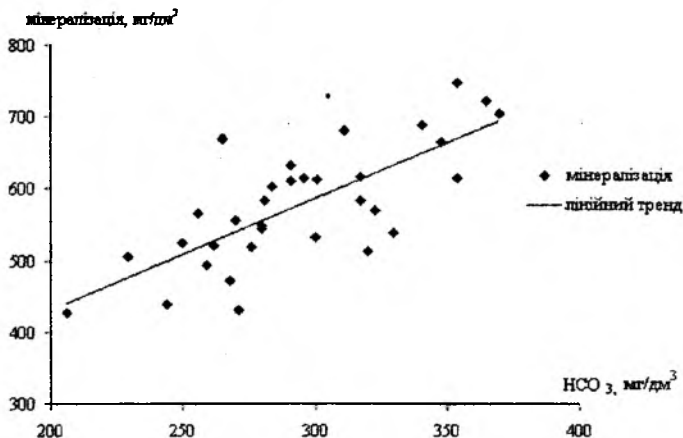


Рис. 4.4. Зв'язок мінералізації ( $\Sigma_i$ ,  $мг/дм^3$ ) води з вмістом домінуючого іону ( $HCO_3^-$ ,  $мг/дм^3$ ) у воді р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) за період весняної повені, 1989-2003 рр.

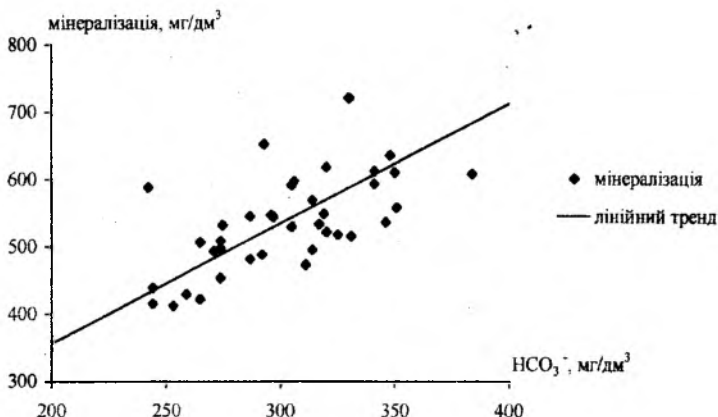


Рис. 4.5. Зв'язок мінералізації ( $\Sigma_i$ ,  $мг/дм^3$ ) води з вмістом домінуючого іону ( $HCO_3^-$ ,  $мг/дм^3$ ) у воді р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) за період літньо-осінньої межені, 1989-2003 рр.

Таблиця 4.11. Сольовий склад води р. Західний Буг у різні сезони року за формулою Курлова (%-еквівалентна форма), 1989-2003 рр.

Сезони року	Склад води за формулою Курлова
Весняна повінь	$0,50 \frac{HCO_3, 64Cl21SO_4, 15}{Ca64(Na + K)21Mg15}$
Літньо-осіння межень	$0,53 \frac{HCO_3, 64Cl21SO_4, 15}{Ca63(Na + K)19Mg18}$
Зимова межень	$0,58 \frac{HCO_3, 63Cl21SO_4, 16}{Ca66(Na + K)16Mg18}$

Отже, у річкових водах басейну Західного Бугу протягом року спостерігається практично стабільний хімічний склад води і співвідношення головних іонів.

**Багаторічні коливання концентрацій головних іонів та величини мінералізації води р. Західний Буг.** Виконаний кореляційний аналіз рядів середньорічних концентрацій головних іонів і величини мінералізації води з витратами води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) виявив наявність оберненого зв'язку між вмістом усіх головних іонів і величиною мінералізації води з одного боку та витратами води з іншого. Тіснота зв'язку характеризувалася коефіцієнтом кореляції  $r = -0,73$

Встановлено вплив водності на вміст головних іонів у воді річки в багаторічному аспекті. Аналіз багаторічних коливань витрат води р. Західний Буг (м. Кам'янка-Бузька) протягом 33 років дозволив визначити періоди (групи років) з середньою (I), низькою (II) та високою (III) водністю: I – 1971-1981 рр., II – 1982-1991 рр., III – 1992-2003 рр. (рис. 4.6).

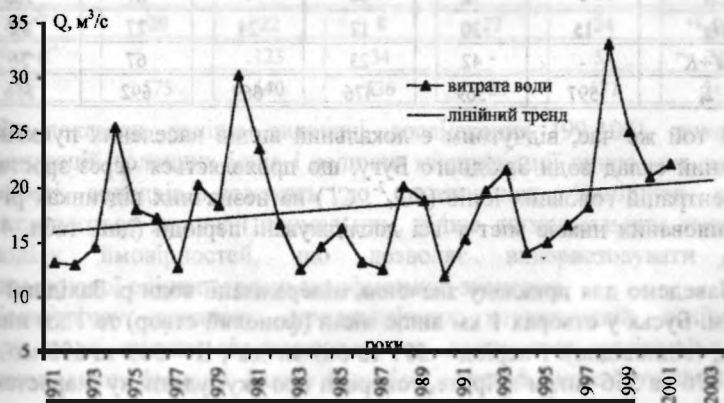


Рис. 4.6. Зміна середньорічних витрат ( $Q$ , м³/сек.) води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста), 1971-2003 рр.

Відповідно, середньорічні витрати за дані періоди становлять: I – 18,7 м<sup>3</sup>/с (середній за водністю період); II – 15,1 м<sup>3</sup>/с (маловодний період); III – 20,5 м<sup>3</sup>/с (багатоводний період). Межі виділених періодів співпадають з дослідженнями О.І. Лук'янець та М.М. Сусідко, які відзначають що в 1992-1993 рр. на території західного регіону України розпочався черговий період високої водності, який триватиме, ймовірно, до 2006-2008 рр. [72].

Порівняльний аналіз значень досліджуваних показників води Західного Бугу за 3 пунктами і 6 створами, які розташовані безпосередньо на річці (табл. 4.12-4.14), показав, що в більшості випадків спостерігається тенденція, яка описується класичною для гідрохімії схемою – зі збільшенням водності зменшується вміст головних іонів та величина мінералізації води за рахунок процесу розбавлення. Зокрема, максимальні концентрації були характерними для II – маловодного періоду; мінімальні для III – багатоводного періоду; відповідно, середні концентрації спостерігалися в I – середній за водністю період. Це засвідчує провідну роль природних факторів у формуванні вмісту головних іонів у воді р. Західний Буг.

*Таблиця 4.12. Порівняльна характеристика середньорічних концентрацій головних іонів і величини мінералізації води р. Західний Буг – м. Буськ за три періоди: I – 1971-1981 рр.; II – 1982-1991 рр.; III – 1992-2003 рр., мг/дм<sup>3</sup>*

Показники	м. Буськ (1 км вище міста)			м. Буськ (1 км нижче міста)		
	I	II	III	I	II	III
$HCO_3^-$	-	307	276	-	343	296
$SO_4^{2-}$	66	85	40	95	108	61
$Cl^-$	23	33	31	60	61	48
$Ca^{2+}$	-	72	94	-	87	103
$Mg^{2+}$	15	30	12	24	27	12
$Na^+K^+$	-	42	23	-	67	36
$\Sigma$	597	569	476	669	692	556

В той же час, відчутним є локальний вплив населених пунктів на хімічний склад води Західного Бугу, що проявляється через зростання концентрацій головних іонів ( $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ) на незначних відтинках річки, розташованих нижче міст у всі досліджувані періоди (див. табл. 4.12-4.14).

Наведемо для прикладу значення мінералізації води р. Західний Буг біля м. Буськ у створах 1 км вище міста (фоновий створ) та 1 км нижче міста, (відповідно): I період – 597 та 669 мг/дм<sup>3</sup>; II – 569 та 692 мг/дм<sup>3</sup>; III – 476 та 556 мг/дм<sup>3</sup>. Проте, говорити про акумулятивну (наростаючу роль) цього впливу не можна. Оскільки з шести пунктів, приурочених до міст – Буськ, Кам'янка-Бузька та Сокаль, максимальна величина

мінералізації води р. Західний Буг відзначається в районі м. Кам'янка-Бузька – 712 мг/дм<sup>3</sup> (у створі 1 км нижче міста в II – маловодний період) (див. табл. 4.13). Вниз за течією, в районі м. Сокаль (2 км нижче міста) в цей же період величина мінералізації води зменшується і становить 671 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.14).

**Таблиця 4.13. Порівняльна характеристика середньорічних концентрацій головних іонів і величини мінералізації води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька за три періоди: I – 1971-1981 рр.; II – 1982-1991 рр.; III – 1992-2003 рр., мг/дм<sup>3</sup>**

Показники	м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста)			м. Кам'янка-Бузька (1 км нижче міста)		
	I	II	III	I	II	III
$HCO_3^-$	-	328	312	-	333	311
$SO_4^{2-}$	85	87	47	87	110	55
$Cl^-$	55	65	50	60	72	51
$Ca^{2+}$	-	107	102	-	108	106
$Mg^{2+}$	22	20	14	21	23	14
$Na^+K^+$	-	64	28	-	66	33
$\Sigma$	605	671	553	624	712	570

**Таблиця 4.14. Порівняльна характеристика середньорічних концентрацій головних іонів і величини мінералізації води р. Західний Буг – м. Сокаль за три періоди: I – 1971-1981 рр.; II – 1982-1991 рр.; III – 1992-2003 рр., мг/дм<sup>3</sup>**

Показники	м. Сокаль (0,5 км вище міста)			м. Сокаль (2 км нижче міста)		
	I	II	III	I	II	III
$HCO_3^-$	-	230	288	-	304	278
$SO_4^{2-}$	73	106	49	79	119	63
$Cl^-$	56	63	52	61	69	56
$Ca^{2+}$	-	96	105	-	98	107
$Mg^{2+}$	20	22	8	22	24	9
$Na^+K^+$	-	123	34	-	57	30
$\Sigma$	575	640	536	585	671	543

Як показали раніше виконані дослідження [99-100], розподіл концентрацій головних іонів і величин мінералізації природних вод, у більшості випадків, належать до симетричних. Емпіричні криві апроксимуються зазвичай нормальним, рідше логнормальним законом розподілу ймовірностей, що дозволяє використовувати для узагальнюючої оцінки середньоарифметичні значення.

Багаторічну динаміку середньорічних концентрацій хімічного складу води можна апроксимувати за допомогою поліноміальних згладжувальних функцій. Такою функцією, зокрема, може бути лінійна:

$$y = ax + b, \quad (4.1)$$

де  $y$  – характеристика, яка апроксимується;

$x$  – час, який відраховується в роках від початку періоду спостереження;

$a$  і  $b$  – параметри функцій.

Слід відзначити, що лінійна функція з достатньою для практичних цілей точністю описує закономірності однонаправленого тренду, який полягає в поступовому зростанні, або ж зменшенні середньорічних концентрацій компонентів хімічного складу води з початку даного періоду спостережень на його кінець. У таблиці 4.15 наведені емпіричні рівняння, які апроксимують багаторічну динаміку середньорічних концентрацій головних іонів і величини мінералізації води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) за період 1971-2003 рр.

*Таблиця 4.15. Емпіричні рівняння, які апроксимують динаміку середньорічних концентрацій головних іонів і величини мінералізації води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) за період 1971-2003 рр.*

№ з/п	Показники	Рівняння
1.	$HCO_3^-$	$y = -1,58x + 334,9$
2.	$SO_4^{2-}$	$y = 0,14x + 15,9$
3.	$Cl$	$y = -0,26x + 60,9$
4.	$Ca^{2+}$	$y = -0,85x + 110$
5.	$Mg^{2+}$	$y = -0,114x + 19,6$
6.	$\Sigma_i$	$y = -2,33x + 645,8$

Ці рівняння дали змогу визначити ймовірносні значення концентрацій головних іонів та величини мінералізації води на 2008 р. (табл. 4.16).

*Таблиця 4.16. Ймовірносні значення концентрацій головних іонів і величини мінералізації води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) на 2008 р.*

№ з/п	Показники	Ймовірносні значення, мг/дм <sup>3</sup>	Ймовірносні відхилення (похибка), мг/дм <sup>3</sup>	Допустима похибка, %
1.	$HCO_3^-$	295,4	+18,4	6,3
2.	$SO_4^{2-}$	84,3	+19,1	22,7
3.	$Cl$	51,0	+9,4	18,4
4.	$Ca^{2+}$	88,8	+14,0	15,8
5.	$Mg^{2+}$	15,2	+5,5	36,2
6.	$\Sigma_i$	557,3	+58,5	10,5

Серед головних іонів найменшу допустиму похибку від ймовірносних значень на 2008 р. мають концентрації іонів, які визначають тип води річки –  $HCO_3^-$  (6,3 %) та  $Ca^{2+}$  (15,8 %). Для інших головних іонів похибка ймовірносних значень зростає в такій послідовності:  $Cl$  (18,4 %);  $SO_4^{2-}$  (22,7 %);  $Mg^{2+}$  (36,2 %). Це, безумовно,



свідчить про велику мінливість середньорічних значень цих іонів протягом досліджуваного періоду.

Як видно з рис. 4.7 ймовірне значення величини мінералізації води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) у 2008 р. становитиме 557,3 мг/дм<sup>3</sup> (допустима похибка 10,5 %).

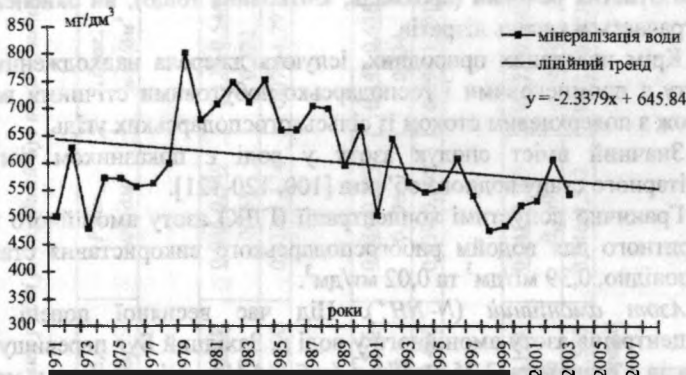


Рис. 4.7 Графічна апроксимація середньорічних значень мінералізації води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (1 км вище міста) за 1971-2003 рр. та ймовірносний хід лінійного тренду до 2008 р.

#### 4.4. Біогенні речовини

Біогенні речовини (до яких належать сполуки  $N$ ,  $P$ ,  $Si$ ) – це мінеральні речовини, які приймають активну участь у життєдіяльності водяних організмів. У природні води ці речовини надходять головним чином при розпаді решток тваринних і рослинних організмів, життєдіяльність яких відбувається у водному середовищі, з поверхні водозбору та зі стічними водами. Вміст біогенних речовин у природних водах, як правило, незначний, а його режим дуже залежить від температури води, що визначає інтенсивність життєдіяльності організмів і біохімічні процеси утворення та розкладання органічних речовин.

**Мінеральні сполуки азоту.** Азот у поверхневих водах міститься у вигляді певних мінеральних та органічних сполук. До мінеральних сполук азоту, що розглядаються нижче, належать: азот амонійний, або амоній сольовий ( $NH_4^+$ ), азот нітритний, або нітрити ( $NO_2^-$ ), азот нітратний, або нітрати ( $NO_3^-$ ).

Кругообіг сполук азоту у воді здійснюється за схемою: рослини → тварини → продукти розпаду →  $NH_4^+$  →  $NO_2^-$  →  $NO_3^-$  → азот рослин.

Із джерел зв'язаного азоту насамперед слід відзначити надходження нітратів ( $NO_3^-$ ) з атмосферними опадами. Крім того, менш поширений, проте важливий для життя в природних водах процес зв'язування азоту азотофіксуючими бактеріями (*Clostridium Pasteurianum* *Azotobacter*).

Зменшення кількості зв'язаного азоту у водах зумовлюється процесом денітрифікації, що виникає за нестачі кисню й наявності безазотистих речовин (крохмаль, клітковина тощо), на окиснення яких витрачається кисень нітратів.

Крім наведених природних, існують джерела надходження сполук азоту з промисловими і господарсько-побутовими стічними водами, а також з поверхневим стоком із сільськогосподарських угідь.

Значний вміст сполук азоту у воді є показником погіршення санітарного стану водного об'єкта [100, 120-121].

Гранично допустимі концентрації (ГДК) азоту амонійного та азоту нітритного для водойм рибогосподарського використання становлять, відповідно, 0,39 мг/дм<sup>3</sup> та 0,02 мг/дм<sup>3</sup>.

*Азот амонійний ( $N-NH_4^+$ )*. Під час весняної повені середня концентрація азоту амонійного у воді р. Західний Буг перевищує ГДК у 8 разів і становить 3,26 мгN/дм<sup>3</sup> (табл. 4.17), змінюючись у межах від 1,51 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста) до 5,65 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Значно більшим у цей період є діапазон коливань концентрацій  $N-NH_4^+$  у воді приток – від 1,10 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 14,8 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів), що перевищує ГДК майже у 38 разів (табл. 4.18).

В період літньо-осінньої межени середня концентрація  $N-NH_4^+$  у воді р. Західний Буг майже не змінюється і становить 3,00 мгN/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 1,28 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста) до 5,06 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Дещо зменшується діапазон коливань і абсолютні концентрації  $N-NH_4^+$  у воді приток – від 0,90 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 9,84 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (табл. 4.19).

Під час зимової межени середня концентрація  $N-NH_4^+$  у воді р. Західний Буг становить – 3,63 мгN/дм<sup>3</sup> (первищення ГДК у 9 разів) (див. табл. 4.17), при коливаннях від 2,42 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до 5,55 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста), що перевищує ГДК. Діапазон коливань концентрацій  $N-NH_4^+$  у воді приток змінюється в межах від 1,18 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 10,60 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (табл. 4.20).

*Азот нітритний ( $N-NO_2^-$ )*. Під час весняної повені середня концентрація азоту нітритного перевищує ГДК у 5 разів і становить 0,101 мгN/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 0,071 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста) до 0,133 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації  $N-NO_2^-$  у воді

Таблиця 4.17. Мінімальні та максимальні концентрації біогенних речовин у воді р. Західний Буг та її приток у різні сезони за період 1989-2003 рр.

Головна річка чи її притоки	$N-NH_4^+$ , $мгN/дм^3$	$N-NO_2^-$ , $мгN/дм^3$	$N-NO_3^-$ , $мгN/дм^3$	$N_{зг.}$ , $мгN/дм^3$	$P_{мін.}$ , $мгP/дм^3$	$P_{зг.}$ , $мгP/дм^3$	$Si$ , $мгSi/дм^3$
<i>Весняна повінь</i>							
Західний Буг *	<u>1.51-5.65</u> 3,26	<u>0.071-0.133</u> 0,101	<u>0.32-0.65</u> 0,46	<u>1.923-6.293</u> 3,828	<u>0.046-0.349</u> 0,163	<u>0.125-0.546</u> 0,322	<u>3.4-4.4</u> 3,7
Притоки	1,10-14,80	0,041-0,150	0,31-0,53	1,661-15,400	0,033-1,174	0,078-1,797	2,8-7,2
<i>Літньо-осіння межень</i>							
Західний Буг	<u>1.28-5.06</u> 3,00	<u>0.075-0.132</u> 0,098	<u>0.35-0.41</u> 0,39	<u>1.822-5.556</u> 3,494	<u>0.084-0.277</u> 0,196	<u>0.147-0.638</u> 0,434	<u>4.0-4.7</u> 4,3
Притоки	0,90-9,84	0,036-0,154	0,20-0,47	1,216-10,400	0,039-0,898	0,094-1,691	3,1-5,9
<i>Зимова межень</i>							
Західний Буг	<u>2.42-5.55</u> 3,63	<u>0.090-0.280</u> 0,139	<u>0.37-0.74</u> 0,49	<u>2.889-6.190</u> 4,275	<u>0.045-0.309</u> 0,169	<u>0.135-0.560</u> 0,349	<u>4.0-5.0</u> 4,4
Притоки	1,18-10,60	0,073-0,178	0,31-1,97	0,690-11,550	0,046-1,543	0,121-0,873	3,9-8,0

Примітка.\* Для р. Західний Буг під рискою також наведені середні концентрації

**Таблиця 4.18. Середня концентрація біогенних речовин у річкових водах басейну Західного Бугу за період весняної повені (1989-2003 рр.), мг/дм<sup>3</sup>**

Річка – пункт	$N-NH_4^+$	$N-NO_2^-$	$N-NO_3^-$	$N_{tot}$	$P_{min}$	$P_{tot}$	Si
р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	1,90	0,088	0,51	2,498	0,046	0,125	3,6
р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	4,99	0,103	0,65	5,743	0,135	0,368	3,9
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	5,60	0,119	0,48	6,199	0,349	0,546	4,2
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	5,65	0,133	0,51	6,293	0,325	0,540	4,4
р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	1,69	0,100	0,37	2,160	0,088	0,244	3,4
р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	1,52	0,071	0,39	1,981	0,083	0,208	3,4
р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	1,51	0,093	0,32	1,923	0,120	0,229	3,4
р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста	14,80	0,150	0,45	15,400	1,174	1,797	7,2
р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	6,70	0,124	0,43	7,254	0,443	0,834	4,8
р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	1,10	0,047	0,53	1,677	0,041	0,079	3,7
р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	1,81	0,115	0,36	2,285	0,055	0,118	4,1
р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	1,30	0,051	0,31	1,661	0,033	0,078	2,8
р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	1,44	0,041	0,35	1,831	0,037	0,094	3,7
р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	1,21	0,044	0,41	1,664	0,066	0,126	3,7

приток теж перевищують ГДК і змінюються в межах від 0,041 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста) до 0,150 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів), що перевищує ГДК у 7,5 разів (див. табл. 4.18).

У період літньо-осінньої межені середня концентрація  $N-NO_2^-$  теж перевищує ГДК – 0,098 мгN/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 0,075 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 0,132 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації  $N-NO_2^-$  у воді приток змінюються в межах від 0,036 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 0,154 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.19).

Під час зимової межені середня концентрація  $N-NO_2^-$  перевищує ГДК, і становить – 0,139 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17) при коливаннях від 0,090 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста) до 0,280 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій  $N-NO_2^-$  у воді приток змінюється в межах від 0,073 мг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 0,178 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ), що перевищує ГДК (див. табл. 4.20).

*Азот нітратний ( $N-NO_3^-$ ).* Під час весняної повені середня концентрація азоту нітратного у воді р. Західний Буг становить 0,46 мгN/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 0,32 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2

Таблиця 4.19. Середня концентрація біогенних речовин у річкових водах басейну Західного Бугу за період літньо-осінньої межени (1989-2003 рр.), мг/дм<sup>3</sup>

Річка – пункт	$N-NH_4^+$	$N-NO_2^-$	$N-NO_3^-$	$N_{tot}$	$P_{min}$	$P_{tot}$	Si
р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	1,97	0,075	0,41	2,453	0,084	0,147	4,2
р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	4,40	0,095	0,35	4,845	0,264	0,409	4,7
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	5,00	0,084	0,39	5,474	0,277	0,638	4,3
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	5,06	0,106	0,39	5,556	0,277	0,587	4,4
р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	1,73	0,092	0,38	2,202	0,129	0,392	4,0
р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	1,28	0,132	0,41	1,822	0,185	0,458	4,1
р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	1,60	0,106	0,40	2,106	0,162	0,410	4,4
р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста	9,84	0,154	0,47	10,400	0,898	1,691	5,9
р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	6,65	0,108	0,42	7,178	0,494	0,809	5,1
р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	0,90	0,036	0,28	1,216	0,053	0,139	4,4
р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	2,00	0,054	0,32	2,374	0,069	0,204	4,1
р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	0,99	0,087	0,33	1,407	0,039	0,115	3,1
р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	1,21	0,059	0,20	1,469	0,044	0,094	3,5
р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	1,06	0,036	0,25	1,346	0,072	0,152	4,0

км нижче міста) до 0,65 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій  $N-NO_3^-$  у воді приток змінюється в межах від 0,31 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Луга – (м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 0,45 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.18).

Під час літньо-осінньої межени середня концентрація  $N-NO_3^-$  у воді р. Західний Буг становить – 0,39 мгN/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 0,35 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста) до 0,41 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста). Середні концентрації  $N-NO_3^-$  у воді приток змінюються в межах від 0,20 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста) до 0,47 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.19).

У період зимової межени середня концентрація азоту нітратного у воді р. Західний Буг становить 0,49 мгN/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 0,37 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до 0,74 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій  $N-NO_3^-$  у воді приток змінюється в межах від 0,31 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 1,97 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста) (див. табл. 4.20).

**Таблиця 4.20. Середня концентрація біогенних речовин у річкових водах басейну Західного Бугу за період зимової межени (1989-2003 рр.), мг/дм<sup>3</sup>**

Річка – пункт	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N <sub>tot</sub>	P <sub>min</sub>	P <sub>tot</sub>	Si
р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	2,62	0,173	0,45	3,243	0,045	0,135	4,2
р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	5,55	0,090	0,55	6,190	0,238	0,422	5,0
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	4,29	0,127	0,42	4,837	0,220	0,494	4,2
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	5,06	0,280	0,42	5,760	0,309	0,560	4,6
р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	2,42	0,099	0,37	2,889	0,156	0,366	4,0
р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	2,76	0,097	0,48	3,337	0,120	0,290	4,3
р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	2,76	0,107	0,74	3,670	0,098	0,177	4,6
р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста	10,60	0,144	0,81	11,550	0,543	0,873	6,0
р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	7,80	0,178	0,52	8,490	0,315	0,542	8,0
р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	1,18	0,073	0,54	1,790	0,046	0,121	4,2
р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	2,16	0,086	0,34	2,580	0,088	0,165	4,6
р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	1,29	0,091	0,31	0,690	0,083	0,269	3,9
р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	1,41	1,104	0,46	1,980	0,076	0,252	4,3
р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	1,20	0,160	1,97	3,330	0,125	0,392	4,7

**Мінеральні сполуки фосфору.** Фосфор є одним із важливих біогенних елементів, який визначає продуктивність водного об'єкту. Сполуки фосфору надходять у природні води в результаті процесів життєдіяльності і розпаду водяних організмів, вивітрювання і розчинення порід, які містять ортофосфати, обміну з донними відкладами, надходження з поверхні водозбору. Важливим фактором підвищення вмісту фосфору в природних водах, що нерідко призводить до евтрофування водних об'єктів, є господарська діяльність людини. Забрудненню природних вод сполуками фосфору сприяє широке застосування фосфорних добрив, поліфосфатів як миючих засобів, флотореагентів і пом'якшувачів води.

Вміст сполук фосфору зазнає значних сезонних коливань, оскільки залежить від співвідношення інтенсивності процесів фотосинтезу і біохімічного окиснення органічних речовин. Мінімальні концентрації фосфатів у поверхневих водах спостерігаються, як правило, весною і влітку, їх зростання відбувається восени і взимку.

**Фосфати (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>).** Під час весняної повені середня концентрація фосфатів у воді р. Західний Буг становить 0,163 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 0,046 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 0,349

мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста). Діапазон коливань концентрацій  $PO_4^{3-}$  у воді приток змінюється в межах від 0,033 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 1,174 мг/л (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.18).

Під час літньо-осінньої межени середня концентрація  $PO_4^{3-}$  у воді р. Західний Буг становить 0,196 мг/л (див. табл. 4.17), при коливаннях від 0,084 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 0,277 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Коливання концентрацій  $PO_4^{3-}$  у воді приток змінюються в межах від 0,039 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 0,898 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.19).

В період зимової межени середня концентрація  $PO_4^{3-}$  у воді р. Західний Буг порівняно з літньо-осінньою меженню, дещо зменшується і становить 0,169 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 0,045 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 0,309 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій  $PO_4^{3-}$  у воді приток змінюється в межах від 0,046 мг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 0,543 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.20).

*Фосфор загальний (мінеральний і органічний)* – його концентрація залежить від багатьох факторів: процесів вивітрювання ґрунтів і порід, швидкості розпаду органічних речовин, гідробіологічних процесів тощо.

Під час весняної повені середня концентрація  $P_{заг}$  у воді р. Західний Буг становить 0,322 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 0,125 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 0,546 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста). Діапазон коливань концентрацій  $P_{заг}$  у воді приток змінюється в межах від 0,078 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 1,797 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.18).

Під час літньо-осінньої межени середня концентрація  $P_{заг}$  у воді Західного Бугу зростає до 0,434 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 0,147 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 0,638 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста). Коливання концентрацій  $P_{заг}$  у воді приток змінюється в межах від 0,094 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста) до 1,691 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.19).

В період зимової межени середня концентрація  $P_{заг}$  у воді р. Західний Буг, порівняно з літньо-осінньою меженню, зменшується і становить 0,349 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від 0,135 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 0,560 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста) (див. табл. 4.17). Діапазон коливань та абсолютні концентрації  $P_{заг}$  у воді приток навпаки збільшуються і змінюються в межах від 0,121 мг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 0,873 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів)

(див. табл. 4.20).

*Кремній (Si)* є постійним компонентом складу природних вод і лише низька розчинність сполук кремнію пояснює його незначний вміст у воді.

Сполуки кремнію необхідні для утворення твердих скелетних частин і тканин рослинних і тваринних організмів.

Режим кремнію в поверхневих водах до певної міри подібний до режиму сполук азоту і фосфору, проте кремній не лімітує розвиток рослинності [43].

Під час весняної повені середня концентрація *Si* у воді р. Західний Буг становить 3,7 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 3,4 мг/дм<sup>3</sup> (р. Західний Буг – м. Сокаль) до 4,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій *Si* у воді приток змінюється в межах від 2,8 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 7,2 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.18).

Під час літньо-осінньої межени середня концентрація *Si* у воді р. Західний Буг зростає до 4,3 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.17), при коливаннях від 4,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до 4,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій *Si* у воді приток змінюється в межах від 3,1 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 5,9 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.19).

В період зимової межени середня концентрація кремнію у воді р. Західний Буг становить 4,4 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від 4,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до 5,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста) (див. табл. 4.17). Діапазон коливань концентрацій *Si* у воді приток змінюється в межах від 3,9 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 8,0 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.20).

## 4.5. Мікроелементи

Мікроелементами вважаються такі хімічні елементи, сполуки яких зустрічаються в природних водах у дуже малих концентраціях – декілька мікрограмів і менше в 1 дм<sup>3</sup>. Це найбільша група хімічного складу природних вод до якої входять: типові катіони (*Li*<sup>+</sup>, *Rb*<sup>+</sup>, *Cs*<sup>+</sup>, *Be*<sup>2+</sup>, *Sr*<sup>2+</sup>, *Ba*<sup>2+</sup> та ін.); іони важких металів (*Cu*<sup>2+</sup>, *Ag*<sup>+</sup>, *Au*<sup>+</sup>, *Pb*<sup>2+</sup>, *Fe*<sup>2+</sup>, *Ni*<sup>2+</sup>, *Co*<sup>2+</sup> та ін.); амфотерні комплексоутворювачі (*Cr*, *Mn*, *Mo*, *V*); типові аніони (*Br*, *I*, *F*, *B*<sup>3-</sup>) [2].

У природних водах мікроелементи можуть бути присутніми у вигляді різних фізико-хімічних форм: завислих, колоїдних та розчинних. В останній розрізняють вільні (гідратовані) іони та комплексні сполуки з лігандами органічної і неорганічної природи.



Мікроелементи входять до складу низки сполук, які мають специфічні функції: ферментів, вітамінів, гормонів. Дія мікроелементів, які входять до складу цих сполук, проявляється у зміні активності процесів обміну речовин в організмах та деяких їх специфічних функцій.

При високих концентраціях у воді, які перевищують встановлені санітарно-гігієнічні нормативи, мікроелементи можуть бути дуже токсичними для організму людини.

Вміст заліза у поверхневих водах становить десяті частки міліграма в 1 дм<sup>3</sup>, поблизу боліт – одиниці міліграма. Підвищений вміст заліза (понад 1 мг/дм<sup>3</sup>) погіршує якість води і можливість її використання для питних і технічних цілей.

ГДК  $Fe_{заг}$  для водойм рибогосподарського використання становить 0,1 мг/дм<sup>3</sup> [43].

Під час весняної повені середня концентрація  $Fe_{заг}$  у воді р. Західний Буг становить 0,29 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 4.21), при коливаннях від 0,08 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 0,69 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Коливання концентрацій  $Fe_{заг}$  у воді приток становлять від 0,13 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) до 0,50 мг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста) (табл. 4.22).

За період літньо-осінньої межні середня концентрація  $Fe_{заг}$  у воді р. Західний Буг становить 0,25 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.21), при коливаннях від 0,08 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста) до 0,52 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 0,5 км вище міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації  $Fe_{заг}$  у воді приток змінюються в межах від 0,29 мг/дм<sup>3</sup> (рр. Рата та Солокія) до 1,33 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів), що перевищує ГДК у 13 разів (табл. 4.23).

*Таблиця 4.21. Мінімальні та максимальні концентрації мікроелементів у воді р. Західний Буг та її приток за період 1989-2003 рр.*

Головна річка чи її притоки	$Fe_{заг}$ мг/дм <sup>3</sup>	Сi, мкг/дм <sup>3</sup>	Zn, мкг/дм <sup>3</sup>	Mn, мкг/дм <sup>3</sup>
<i>Весняна повінь</i>				
Західний Буг *	<u>0.08-0.69</u> 0.29	<u>6.5-43.5</u> 19,3	<u>16.5-88.5</u> 57,5	<u>64.5-121.0</u> 92,7
Притоки	0,13-0,50	6,0-84,6	6,1-160,2	66,2-122,0
<i>Літньо-осіння межень</i>				
Західний Буг	<u>0.08-0.52</u> 0,25	<u>8.0-26.0</u> 13,8	<u>28.0-64.5</u> 45,1	<u>55.1-62.0</u> 58,5
Притоки	0,29-1,33	3,4-24,0	11,3-73,3	61,0-158,0
<i>Зимова межень</i>				
Західний Буг	<u>0.11-0.22</u> 0,14	<u>8.0-21.0</u> 11,8	<u>25.0-61.5</u> 43,2	<u>12.5-58.7</u> 35,6
Притоки	0,22-0,62	4,1-62,0	2,4-93,0	45,0-144,0

Примітка. \* Для р. Західний Буг під риском наведені також середні концентрації

Таблиця 4.22. Середня концентрація мікроелементів у річкових водах басейну Західного Бугу за період весняної повені (1989-2003 рр.)

№ з/п	Річка – пункт	$Fe_{заг}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Cu$ , мкг/дм <sup>3</sup>	$Zn$ , мкг/дм <sup>3</sup>	$Mn$ , мкг/дм <sup>3</sup>
1.	р. Західний Буг– м. Буськ, 1 км вище міста	0,08	32,0	-	-
2.	р. Західний Буг– м. Буськ, 1 км нижче міста	-	-	-	-
3.	р. Західний Буг– м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	0,35	-	-	-
4.	р. Західний Буг– м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	0,11	7,8	-	-
5.	р. Західний Буг– м. Сокаль, 0,5 км вище міста	0,40	6,9	67,5	64,5
6.	р. Західний Буг– м. Сокаль, в межах міста	0,13	6,5	16,5	-
7.	р. Західний Буг– м. Сокаль, 2 км нижче міста	0,69	43,5	88,5	121,0
8.	р. Полтва– м. Львів, 3,5 км нижче міста	0,48	60,3	160,2	-
9.	р. Полтва– м. Буськ, в межах міста	0,13	84,6	128,5	-
10.	р. Рата– с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	0,23	6,0	28,7	-
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	0,19	7,4	6,1	-
12.	р. Луга– м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	0,48	7,6	26,5	66,2
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	-	-	-	-
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	0,50	41,0	53,5	122,0

Під час зимової межени середня концентрація  $Fe_{заг}$  у воді р. Західний Буг становить – 0,14 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.21), при коливаннях від 0,11 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до 0,22 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста). Діапазон коливань концентрацій  $Fe_{заг}$  у воді приток змінюється в межах від 0,22 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) до 0,62 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ), що перевищує ГДК у 5 разів (табл. 4.24).

Мідь ( $Cu$ ) є порівняно мало поширеним елементом. Більша кількість міді (близько 80 %) присутня в земній корі у вигляді сполук із сіркою, близько 15 % знаходиться у вигляді кисневих сполук (карбонати, оксиди, силікати).

Основним джерелом надходження міді у поверхневі води є стічні води підприємств хімічної та металургійної промисловостей, шахтні води, альгіцидні реагенти.

У воді мідь може перебувати в іонній формі та у вигляді комплексних сполук з органічними і мінеральними речовинами [43].

Таблиця 4.23. Середня концентрація мікроелементів у річкових водах басейну Західного Бугу за період літньо-осінньої межени (1989-2003 рр.)

№ з/п	Річка – пункт	Fe <sub>тот.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	Zn, мкг/дм <sup>3</sup>	Mn, мкг/дм <sup>3</sup>
1.	р. Західний Буг– м. Буськ, 1 км вище міста	0,15	26,0	28,0	-
2.	р. Західний Буг– м. Буськ, 1 км нижче міста	-	-	-	-
3.	р. Західний Буг– м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	-	-	-	-
4.	р. Західний Буг– м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	0,08	8,0	-	-
5.	р. Західний Буг– м. Сокаль, 0,5 км вище міста	0,52	12,7	64,5	55,1
6.	р. Західний Буг– м. Сокаль, в межах міста	-	-	-	-
7.	р. Західний Буг– м. Сокаль, 2 км нижче міста	0,25	8,7	43,0	62,0
8.	р. Полтва– м. Львів, 3,5 км нижче міста	1,33	24,0	43,5	-
9.	р. Полтва– м. Буськ, в межах міста	0,61	16,0	64,8	158,0
10.	р. Рата– с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	0,29	3,4	11,6	-
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	0,29	8,0	11,3	-
12.	р. Луга– м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	0,43	11,3	43,8	61,0
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	-	-	-	-
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	0,61	8,4	73,3	119,0

Під час весняної повені середня концентрація *Cu* у воді р. Західний Буг становить 19,3 мкг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.21), при коливаннях від 6,5 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста) до 43,5 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій *Cu* у воді приток змінюється в межах від 6,0 мкг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 84,6 мкг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.22).

Під час літньо-осінньої межени середня концентрація міді у воді р. Західний Буг становить 13,8 мкг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.21), при коливаннях від 8,0 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста) до 26,0 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста). Діапазон коливань та абсолютні концентрації *Cu* у воді приток змінюється в межах від 3,4 мкг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 24,0 мкг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.23).

Під час зимової межени середня концентрація *Cu* у воді річки становить 11,8 мкг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.21), при коливаннях від 8,0 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 2 км нижче міста) до 21,0 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста). Діапазон коливань

Таблиця 4.24. Середня концентрація мікроелементів у річкових водах басейну Західного Бугу за період зимової межени (1989-2003 рр.)

№ з/п	Річка – пункт	Fe, мг/дм	Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	Zn, мкг/дм <sup>3</sup>	Mn, мкг/дм <sup>3</sup>
1.	р. Західний Буг– м. Буськ, 1 км вище міста	0,15	21,0	-	-
2.	р. Західний Буг– м. Буськ, 1 км нижче міста	0,13	-	-	-
3.	р. Західний Буг– м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	0,22	-	-	-
4.	р. Західний Буг– м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	0,12	-	-	-
5.	р. Західний Буг– м. Сокаль, 0.5 км вище міста	0,11	9,3	25,0	58,7
6.	р. Західний Буг– м. Сокаль, в межах міста	0,14	8,9	-	-
7.	р. Західний Буг– м. Сокаль, 2 км нижче міста	0,12	8,0	61,5	12,5
8.	р. Полтва– м. Львів, 3,5 км нижче міста	0,47	6,3	2,4	-
9.	р. Полтва– м. Буськ, в межах міста	0,62	62,0	93,0	144,0
10.	р. Рата– с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	0,24	4,1	14,1	-
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	0,22	8,4	16,5	-
12.	р. Луга– м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	0,37	14,0	37,2	45,0
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	-	-	-	-
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	0,49	22,3	35,3	97,0

концентрації *Cu* у воді приток змінюється в межах від 4,1 мкг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) до 62,0 мкг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.24).

*Цинк (Zn)* належить до елементів досить поширених у природі. Майже всі сполуки цинку, крім *ZnF*, добре розчинні у воді. Внаслідок цього, на відміну від міді й свинцю, цинк більш поширений у водах.

Цинк належить до активних мікроелементів, які впливають на ріст та розвиток рослинних організмів. Крім того, в організмі він також зменшує токсичність кадмію та міді. В той же час концентрації *Zn*, які перевищують ГДК, негативно впливають на організми.

Міграційна здатність цинку вища, ніж у міді і свинцю. У водах гумідної зони домінують розчинні форми цинку, серед яких високий процент незакомплексованих іонів двовалентного цинку (*Zn<sup>2+</sup>*).

Під час весняної повені середня концентрація цинку у воді р. Західний Буг становить 57,5 мкг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.21), при коливаннях від 16,5 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста) до 88,5 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2

км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій  $Zn$  у воді приток становить від  $6,1 \text{ мкг/дм}^3$  (р. Солокія – м. Червоноград) до  $160,2 \text{ мкг/дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.22).

Під час літньо-осінньої межени середня концентрація  $Zn$  у воді р. Західний Буг становить  $45,1 \text{ мкг/дм}^3$  (див. табл. 4.21), при коливаннях від  $28,0 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км вище міста) до  $64,5 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Сокаль, 0,5 км вище міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації  $Zn$  у воді приток змінюються в межах від  $11,3 \text{ мкг/дм}^3$  (р. Солокія – м. Червоноград) до  $73,3 \text{ мкг/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста) (див. табл. 4.23).

Під час зимової межени середня концентрація цинку у воді р. Західний Буг дещо зменшується порівняно з літньо-осінньою меженню, і становить  $43,2 \text{ мкг/дм}^3$  (див. табл. 4.21), при коливаннях від  $25,0 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до  $61,5 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань і абсолютні концентрації  $Zn$  у воді приток змінюються в межах від  $2,4 \text{ мкг/дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів) до  $93,0 \text{ мкг/дм}^3$  (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.24).

*Марганець (Mn)* у вільному вигляді в природі не зустрічається. Входить до складу великої кількості мінералів, переважно оксидів.

Головна форма міграції  $Mn$  у поверхневих водах – зависла, склад якої визначається в свою чергу складом порід, які дренуються водами. Головні фактори, які впливають на перехід марганцю з розчиненого у завислий стан – це значення  $pH$  і  $Eh$ .

Вміст  $Mn$  у поверхневих водах зазнає сезонних коливань. Факторами, які визначають зміни концентрацій марганцю, є співвідношення між поверхневим і підземним водним стоком, інтенсивність споживання його при фотосинтезі, розкладання фітопланктону, мікроорганізмів і вищої водної рослинності, а також процеси осадження на дно водних об'єктів.

Роль марганцю в житті вищих рослин і водоростей природних вод велика: він сприяє утилізації діоксида вуглецю ( $CO_2$ ) рослинами, бере участь у процесах відновлення нітратів та асиміляції азоту рослинами, а також у деяких інших біохімічних процесах [43].

Під час весняної повені середня концентрація марганцю у воді р. Західний Буг становить  $92,7 \text{ мкг/дм}^3$  (див. табл. 4.21), при коливаннях від  $64,5 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до  $121,0 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій  $Mn$  у воді приток змінюється в межах від  $66,2 \text{ мкг/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до  $122,0 \text{ мкг/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста) (див. табл. 4.22).

В період літньо-осінньої межени середня концентрація  $Mn$  у воді р. Західний Буг зменшується до  $58,5 \text{ мкг/дм}^3$  (див. табл. 4.21), при коливаннях від  $55,1 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до  $62,0$

мкг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій *Mn* у воді приток змінюється в межах від 61,0 мкг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 158,0 мкг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.23).

Під час зимової межени середня концентрація марганцю у воді р. Західний Буг становить 35,6 мкг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.21), при коливаннях від 12,5 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста) до 58,7 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 0,5 км вище міста). Діапазон коливань концентрацій *Mn* у воді приток змінюється в межах від 45,0 мкг/дм<sup>3</sup> (р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста) до 144,0 мкг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.24).

#### 4.6. Специфічні забруднювальні речовини

Забруднювальними речовинами вважають такі, що надходять у водний об'єкт у результаті господарської діяльності, або виникають у ньому в кількостях, що виходять за природні граничні коливання, або за середній природний фон у даний період і призводять до погіршення якості води для водокористування.

Проте, є речовини, наявність яких у воді є прямим свідченням антропогенного впливу на водні об'єкти. Їх часто називають специфічними забруднювальними речовинами [100]. До них можна віднести, зокрема, СПАР, нафтопродукти тощо.

На зниження вмісту забруднювальних речовин у воді направлена дія процесів самоочищення, до яких належать гідродинамічні і біохімічні процеси, сонячна радіація, життєдіяльність рослинних і тваринних організмів тощо. Ці процеси інтенсифікуються влітку, уповільнюються взимку і залежать від кратності розбавлення стічних вод.

Потенційна можливість водного об'єкта до самоочищення визначається такими процесами, як седиментація, сорбція, розбавлення та деструкція органічних речовин.

*Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)* – речовини, які здатні адсорбуватися на поверхнях поділу фаз і знижувати внаслідок цього їх поверхневу енергію (поверхневий натяг). Звичайно, до СПАР належать органічні речовини, які виявляють особливо різко виражену здатність до адсорбції з будь-якого середовища (найчастіше з водних розчинів) на межах поділу рідина – повітря (пара), рідина 1 – рідина 2 чи рідина – тверде тіло.

Властивості розчинів *СПАР* зумовлює насамперед їх здатність змінювати змочуваність водою твердих тіл і стійкість дисперсних систем – емульсій, пін та суспензій. Як наслідок цього, милоподібні поверхнево-активні речовини мають миючу здатність.

Існують три типи *СПАР*: аніонні та катіонні, в яких активною частиною є відповідно аніон чи катіон, та неіоногенні. У водні об'єкти *СПАР*, які є базовим компонентом сучасних миючих засобів, потрапляють у значних кількостях з господарсько-побутовими і промисловими стічними водами. У поверхневих водах *СПАР* можуть перебувати у розчиненій та сорбованій фізико-хімічних формах.

Потрапляючи у водні об'єкти, *СПАР* значно впливають на їх фізико-біологічний стан, погіршуючи кисневий режим і органолептичні властивості, які визначаються за допомогою органів чуття – смаку, запаху тощо, і зберігаються протягом тривалого часу, оскільки розчиняються повільно.

Головними факторами зниження їх концентрацій є процеси біохімічного окиснення, сорбція завислими речовинами.

ГДК *СПАР* для водних об'єктів рибогосподарського використання становить 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Під час весняної повені середня концентрація *СПАР* у воді р. Західний Буг становить 0,07 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 4.25), при коливаннях від 0,06 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кам'янка-Бузька) до 0,10 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій *СПАР* у воді приток становить від 0,04 мг/дм<sup>3</sup> (рр. Солокія та Луга) до 0,68 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів), що перевищує ГДК майже у 7 разів (табл. 4.26).

Під час літньо-осінньої межені середня концентрація *СПАР* у воді р. Західний Буг становить 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.25), при коливаннях від

*Таблиця 4.25. Мінімальні та максимальні концентрації специфічних забруднювальних речовин у воді р. Західний Буг та її притоки за період 1989-2003 рр., мг/дм<sup>3</sup>*

Головна річка чи її притоки	СПАР	Феноли	Нафтопродукти
<i>Весняна повінь</i>			
Західний Буг *	<u>0.06-0.10</u> 0,07	<u>0.002-0.010</u> 0,005	<u>0.03-0.48</u> 0,15
Пригоки	0,04-0,68	0,002-0,032	0,04-0,75
<i>Літньо-осіння межень</i>			
Західний Буг	<u>0.03-0.07</u> 0,05	<u>0.002-0.007</u> 0,004	<u>0.07-0.18</u> 0,10
Притоки	0,01-0,10	0,001-0,010	0,06-0,27
<i>Зимова межень</i>			
Західний Буг	<u>0.05-0.11</u> 0,07	<u>0.008-0.017</u> 0,011	<u>0.06-0.13</u> 0,09
Притоки	0,02-0,15	-	0,05-0,34

Примітка \* Для р. Західний Буг під рискою наведені також середні концентрації

Таблиця 4.26. Середня концентрація специфічних забруднювальних речовин у річкових водах басейну Західного Бугу за період весняної повені (1989-2003 рр.), мг/дм<sup>3</sup>

№ з/п	Річка – пункт	СПАР	Феноли	Нафтопродукти
1.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	0,09	0,010	0,14
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	0,10	0,002	0,48
3.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	0,06	0,004	0,08
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	0,06	0,006	0,13
5.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	0,07		0,11
6.	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	0,06	-	0,08
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	0,06	0,003	0,03
8.	р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста	0,68	0,032	0,63
9.	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	0,35	0,011	0,44
10.	р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	0,05	0,002	0,75
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	0,04	0,002	0,04
12.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	0,05	0,002	0,34
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	0,04	0,008	0,10
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	0,06	0,004	0,25

0,03 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 0,5 км вище міста) до 0,07 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій *СПАР* у воді приток змінюється в межах від 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) до 0,10 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) (табл. 4.27).

У період зимової межені середня концентрація *СПАР* у воді р. Західний Буг дещо підвищується, досягаючи значень, які були характерними для весняної повені – 0,07 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.25), при коливаннях від 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, в межах міста) до 0,11 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста). Коливання концентрацій *СПАР* у воді приток змінюється в межах від 0,02 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) до 0,15 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів), що перевищує ГДУ у 1,5 рази (табл. 4.28).

*Феноли* є ароматичними сполуками, які мають у молекулі гідроксильні групи, безпосередньо пов'язані з атомами вуглецю ядра. Їх поділяють на дві групи: леткі феноли з парою (кресоли, ксиленоли, гваякол, тимол) і нелеткі феноли (резорцин, пірокатехін, гідрохінон).

В природних умовах феноли утворюються в результаті процесів



**Таблиця 4.27. Середня концентрація специфічних забруднюючих речовин у річкових водах басейну Західного Бугу за період літньо-осінньої межени (1989-2003 рр.), мг/дм<sup>3</sup>**

№ з/п	Річка – пункт	СПАР	Феноли	Нафтопродукти
1.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	0,06	0,006	0,07
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	0,07	0,007	0,18
3.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	0,04	0,002	0,09
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	0,05	0,006	0,10
5.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	0,03	0,003	0,09
6.	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	0,04	0,003	0,08
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	0,06	0,003	0,14
8.	р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста	0,01	-	0,27
9.	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	0,10	0,003	0,13
10.	р. Рага – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	0,04	0,010	0,11
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	0,03	-	0,06
12.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	0,03	0,005	0,09
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	0,03	0,001	0,09
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	0,04	0,005	0,10

метаболізму водних організмів, при біохімічному окисненні та трансформації органічних речовин, що відбуваються як у водній товщі, так і в донних відкладах. Феноли є одними з найпоширеніших забруднювальних речовин, які надходять у природні води зі стічними водами нафтопереробних, лісохімічних, коксохімічних, лакофарбових, фармацевтичних підприємств.

У природних водах феноли перебувають у розчиненому стані у вигляді фенолятів, фенолятних іонів і вільних фенолів, можуть вступати в реакції конденсації та полімеризації, утворюючи складні гумусоподібні й інші досить стійкі сполуки. Процеси адсорбції фенолів донними відкладами і завислими речовинами відіграють незначну роль.

Феноли – сполуки нестійкі і зазнають біохімічного та хімічного окиснення. Інтенсивність та направленість процесу залежить від температури води,  $pH$ , вмісту кисню, складу фенолів, їх концентрації, хімічної структури, вмісту та якісного складу органічних речовин.

Таблиця 4.28. Середня концентрація специфічних забруднювальних речовин у річкових водах басейну Західного Бугу за період зимової межени (1989-2003 рр.), мг/дм<sup>3</sup>

№ з/п	Річка – пункт	СІАР	Феноли	Нафтопродукти
1.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	0,07	0,017	0,12
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	0,11	0,010	0,13
3.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	0,05	0,008	0,09
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	0,06	0,009	0,09
5.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	0,06	-	0,06
6.	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	0,05	-	0,08
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	0,10	-	0,06
8.	р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста	0,15	0,003	0,18
9.	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста	0,11	0,004	0,34
10.	р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села	0,08	-	0,06
11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста	0,02	-	0,05
12.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста	0,04	-	0,07
13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста	0,04	-	0,09
14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста	0,04	-	0,09

Хлорування при водопідготовці природних вод, у яких містяться феноли, призводить до утворення хлорфенолів, які навіть за концентрації 0,001 мг/дм<sup>3</sup> надають воді неприємного запаху і смаку.

Оскільки феноли впливають на органолептичні і токсикологічні властивості води, їх вміст обмежується у природних водах, які використовуються для водопостачання, риборозведення, водопою худоби [100].

Проведення знезараження води шляхом хлорування при високому вмісті у ній фенолів призведе до утворення хлорфенолів, які навіть за концентрації 0,001 мг/дм<sup>3</sup> надають воді неприємного запаху і смаку.

Скид стічних вод, які містять фенольні сполуки у водні об'єкти різко погіршує їх загальний санітарний стан, впливаючи на живі організми не лише токсичністю, а й значними змінами режиму біогенних речовин і розчинених газів.

ГДК фенолів для водних об'єктів рибогосподарського використання становить 0,001 мг/дм<sup>3</sup> [43].

Під час весняної повені середня концентрація *фенолів* у воді р. Західний Буг становить  $0,005 \text{ мг/дм}^3$ , що перевищує ГДК в 5 разів (див. табл. 4.25), при коливаннях від  $0,002 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км нижче міста) до  $0,010 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км вище міста). Коливання концентрацій *фенолів* у воді приток змінюються в межах від  $0,002 \text{ мг/дм}^3$  (Буськ, 1 км нижче міста) до  $0,032 \text{ мг/дм}^3$  (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.26). Остання концентрація у 32 рази перевищує ГДК.

В період літньо-осінньої межені середня концентрація *фенолів* у воді р. Західний Буг становить  $0,004 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 4.25), що перевищує ГДК у 4 рази, при коливаннях від  $0,002 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста) до  $0,007 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км нижче міста), які також перевищують ГДК. Коливання концентрацій *фенолів* у воді приток в цей час змінюються в межах від  $0,001 \text{ мг/дм}^3$  (р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста) до  $0,010 \text{ мг/дм}^3$  (р. Рата – с. Межиріччя) (див. табл. 4.27). Остання концентрація у 10 разів перевищує ГДК.

Під час зимової межені середня концентрація *фенолів* у воді р. Західний Буг становить  $0,011 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 4.25), що в 11 разів перевищує ГДК, при коливаннях від  $0,008 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста) до  $0,017 \text{ мг/дм}^3$  (м. Буськ, 1 км вище міста), що в 17 разів перевищує ГДК (див. табл. 4.28).

*Нафтопродукти* – це суміші газоподібних, рідких і твердих вуглеводнів різних класів, які отримують з нафти і супутніх нафтових газів. Поділяються на такі основні групи: пальне, масла, тверді вуглеводні (парафіни, церезини, озокерити), бітуми тощо.

Нафтопродукти належать до найпоширеніших і небезпечних речовин, які забруднюють поверхневі води. Поняття "нафтопродукти" в гідрохімії умовно обмежується лише вуглеводневою фракцією, яка становить 70-90 % від суми всіх речовин, які входять до складу нафти.

В річкові води нафтопродукти потрапляють тільки за рахунок діяльності людини з промисловими та господарсько-побутовими стічними водами. В результаті процесів випаровування, сорбції, біохімічного та хімічного окиснення концентрація нафтопродуктів у воді може суттєво знизуватися.

Швидкість цих процесів залежить від складу нафтопродуктів, температурного режиму водного об'єкту, інтенсивності біохімічних процесів. Нафтопродукти в природних водах перебувають у різних міграційних формах: розчиненій, емульгованій, сорбованій на завислих речовинах і донних відкладах, у вигляді плівки на поверхні води. Найчастіше, в момент надходження у воду, основна маса нафтопродуктів зосереджена у плівці. В міру віддалення від джерела забруднення проходить перерозподіл між основними формами міграції направлений у бік підвищення частки розчинених, емульгованих, сорбованих сполук, і відповідного зменшення їх вмісту у плівці.

Нафтопродукти несприятливо впливають на організм людини і тварин, водну рослинність, фізичний, хімічний і біологічний стан водного об'єкта. Найбільш небезпечними є конденсовані вуглеводні типу 3,4-бензапірену, які мають канцерогенні властивості.

Під час весняної повені середня концентрація *нафтопродуктів* у воді р. Західний Буг становить 0,15 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.25), при коливаннях від 0,03 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 2 км нижче міста) до 0,48 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій *нафтопродуктів* у воді приток змінюється в межах від 0,04 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) до 0,75 мг/дм<sup>3</sup> (р. Рата – с. Межиріччя) (див. табл. 4.26).

У період літньо-осінньої межені середня концентрація *нафтопродуктів* у воді р. Західний Буг становить 0,10 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.25), при коливаннях від 0,07 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста) до 0,18 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км нижче міста). Діапазон коливань концентрацій *нафтопродуктів* у воді приток змінюється в межах від 0,06 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) до 0,27 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Львів) (див. табл. 4.27).

Під час зимової межені середня концентрація *нафтопродуктів* у воді р. Західний Буг не змінюється, порівняно з літньо-осінньою меженню, і становить – 0,10 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.25), при коливаннях від 0,06 мг/дм<sup>3</sup> (м. Сокаль, 1 км нижче міста) до 0,14 мг/дм<sup>3</sup> (м. Буськ, 1 км вище міста). Проте, діапазон коливань концентрацій *нафтопродуктів* у воді приток зростає і змінюється в межах від 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (р. Солокія – м. Червоноград) до 0,34 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва – м. Буськ) (див. табл. 4.28).

## 4.7. Стік хімічних речовин з водами Західного Бугу з території України

Кругообіг води в природі зумовлює рух не лише величезних об'ємів води, а й великої кількості твердої та розчиненої речовин. Головна роль при цьому належить річковому стоку – найбільш рухомій частині гідросфери. Маса річкової води в руслі поповнюється, за М.І. Львовичем, приблизно 30 разів протягом року [100].

За означенням О.О. Алекіна [2], під *стоком розчинених речовин* розуміють кількість неорганічних та органічних сполук в іонно-молекулярному і колоїдному стані, які виносяться річками з даної території за певний проміжок часу (рік, сезон, місяць тощо). За формою в розчині і за походженням можна виділити стік як колоїдних, так і розчинених речовин, а також: органічних і неорганічних речовин. Останній включає стік головних іонів (чи іонний стік), біогенних речовин та мікроелементів.

Стік розчинених речовин є своєрідним інтегральним відображенням природних і антропогенних процесів, що відбуваються в межах того чи іншого річкового басейну. Його абсолютні обсяги, якісний склад характеризують особливості та інтенсивність процесів вивітрювання і вилугування порід та ґрунтів на території річкового водозбору, винесення продуктів цих процесів за його межі, специфіку, напрямок та інтенсивність міграції різних хімічних елементів та їх сполук водними шляхами, загальний обмін речовин у гідроекосистемах та геобіоценозах річкового басейну. Проте, протягом останніх десятиріч на зазначені процеси і, відповідно, формування та динаміку стоку розчинених речовин доволі часто почали впливати характер, інфраструктура та масштаби господарської діяльності людини на території, практично, кожного річкового басейну [117].

Дослідження виносу розчинених хімічних речовин з водами Західного Бугу за межі території України є особливо важливим у світлі підвищених вимог Європейського Союзу щодо перенесення забруднювальних речовин з територій сусідніх держав. Тому, для України та сусідньої Польщі досить актуальними є знання балансу речовин як природного, так і антропогенного походження, що виносяться з їхніх територій.

Методичні особливості виконаних досліджень полягали в оцінці не лише середньорічного, а й внутрірічного (сезонного) розподілу стоку головних іонів, біогенних речовин та мікроелементів з водами Західного Бугу з території України. Проте, гідрологічного поста на стику кордонів трьох держав, на жаль, немає. Відповідно, для проведення обчислень було визначено умовний гідрологічний створ, який замикає водозбір з української та польської ділянок басейну річки, до якого приводилися характеристики з водного стоку (за даними лабораторії гідрологічних досліджень і розрахунків УкрНДГМІ) за період 1989-2003 рр. (див. рис. 1.2).

Згідно цих даних середньорічна витрата води по умовному замикаючому створу р. Західний Буг на кордоні України, Польщі та Білорусі (гідрометричні спостереження в створі не проводяться), яка формується лише на водозборі з території України (згідно А.І. Шерешевського та Л.К. Синицької, УкрНДГМІ) становить  $48,5 \text{ м}^3/\text{с}$ . Відповідно, об'єм водного стоку становить  $1529 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$ . За сезонами об'єм водного стоку розподіляється: весняна повінь –  $918 \text{ млн. м}^3$  (60 %); літньо-осіння межень –  $382 \text{ млн. м}^3$  (25 %); зимова межень –  $229 \text{ млн. м}^3$  (15 %). З урахуванням стоку лівих приток з території Польщі [144] середньорічна витрата води по умовному замикаючому прикордонному створу р. Західний Буг, відповідно, зростає і становить  $52,3 \text{ м}^3/\text{с}$ . З врахуванням цього, об'єм водного стоку становить  $1651 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$ .

**Іонний стік.** Величина іонного стоку є дуже важливою геохімічною характеристикою, яка описує інтенсивність ерозійних та акумулятивних процесів на земній поверхні. Вона кількісно характеризує основну видаткову частину сольового балансу басейну річки, ерозію ґрунтів і порід, процес вивітрювання, утворення карсту, засолення території.

*Середньорічний іонний стік ( $R_i$ )* з водами Західного Бугу з території України за досліджуваний період (1989–2003 рр.) становив 793,5 тис. т/рік (табл. 4.29), або 93 % від сумарного виносу з території України і Польщі (857,0 тис. т/рік) [128]. При цьому, найбільша частка (58 %) в річному іонному стоці характерна для періоду весняної повені. У період літньо-осінньої межені спостерігалось відчутне зменшення величини  $R_i$  (у 2.3 рази) і, відповідно, зменшення його внеску у середньорічний іонний стік до 26 %. Найменшою є частка зимового іонного стоку – 16 % (табл. 4.30).

**Таблиця 4.29. Середньорічний та сезонний іонний стік Західного Бугу з території України, 1989–2003 рр.\***

Сезони	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$\Sigma_i$
Весняна повінь	<u>250.6</u>	<u>45.8</u>	<u>47.4</u>	<u>82.3</u>	<u>11.6</u>	<u>17.8</u>	<u>2.5</u>	<u>458.0</u>
	23.2	4,2	4,4	7,6	1,0	1,6	0,2	42,4
Літньо-осіння межень	<u>108.1</u>	<u>19.7</u>	<u>20.4</u>	<u>35.3</u>	<u>5.9</u>	<u>11.3</u>	<u>1.6</u>	<u>202.5</u>
	10,0	1,8	1,9	3,3	0,5	1,0	0,1	18,8
Зимова межень	<u>68.7</u>	<u>13.7</u>	<u>13.5</u>	<u>24.0</u>	<u>3.9</u>	<u>8.0</u>	<u>1.1</u>	<u>133.0</u>
	6,4	1,3	1,2	2,2	0,4	0,7	0,1	12,3
За рік	<u>427.4</u>	<u>79.2</u>	<u>81.3</u>	<u>141.6</u>	<u>21.4</u>	<u>37.1</u>	<u>5.2</u>	<u>793.5</u>
	39,6	7,3	7,5	13,1	1,9	3,3	0,5	73,5

Примітка. \* Над рискою – тис. т, під рискою – т/км<sup>2</sup>

Оцінка внеску кожного з головних іонів у іонний стік за сезонами показала, що переважаючими аніонами у період весняної повені та меженні періоди є гідрокарбонатні іони ( $HCO_3^-$ ). Їх внесок у сумарний річний іонний стік річки становить (54 %), оскільки, як зазначалось вище, гідрокарбонатні іони визначають клас води р. Західний Буг.

**Таблиця 4.30. Сезонний іонний стік Західного Бугу з території України за період з 1989–2003 рр., % від річного**

Сезони	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$\Sigma_i$
Весняна повінь	59	58	58	58	54	48	48	58
Літньо-осіння межень	25	25	25	25	28	30	31	26
Зимова межень	16	17	17	17	18	22	21	16

Внесок хлоридних ( $Cl$ ) та сульфатних ( $SO_4^{2-}$ ) іонів в сумарний річний іонний стік є незначним і становить близько 10 %. Серед

катіонів у стоці головних іонів у всі сезони року переважаючу роль відіграє ( $Ca^{2+}$ ). Його внесок у сумарний річний іонний стік становить 18% [29].

Показник середньорічного іонного стоку ( $R_i$ ) української території басейну Західного Бугу становив  $73,5 \text{ т/км}^2$ . При цьому, під час весняної повені його значення досягало  $42,4 \text{ т/км}^2$ , під час літньо-осінньої та зимової межень, відповідно,  $18,8 \text{ т/км}^2$  та  $12,3 \text{ т/км}^2$  (див. табл. 4.29) [128].

**Стік біогенних речовин.** Абсолютні значення величин стоку біогенних речовин з водами Західного Бугу з території України значно менші, ніж головних іонів. Близькими між собою є характеристики стоку  $N_{\text{заг}}$  і  $Si$ , відповідно  $5,7 \text{ т/рік}$  і  $6,0 \text{ т/рік}$ . При цьому показники стоку становлять для  $N_{\text{заг}}$   $0,52 \text{ т/км}^2 \text{ рік}$ , а для  $Si$  –  $0,55 \text{ т/км}^2 \text{ рік}$  (табл. 4.31).

Під час весняної повені з водами р. Західний Буг переноситься  $3,5 \text{ т } N_{\text{заг}}$ , що становить 61 % від середньорічної величини. На літньо-осінню і зимову межень припадає відповідно 23 і 16 % стоку  $N_{\text{заг}}$  (табл. 4.32).

Таблиця 4.31. Середньорічний та сезонний стік біогенних речовин з водами Західного Бугу з території України, 1989-2003 рр.

Сезони	$N-NH_4^+$	$N-NO_2^-$	$N-NO_3^-$	$N_{\text{заг}}$	$PO_4^{3-}$	$Si$
Весняна повінь	<u>3,0</u> 0,27	<u>0,092</u> 0,008	0,4 0,037	<u>3,5</u> 0,32	<u>0,1</u> 0,009	<u>3,4</u> 0,31
Літньо-осіння межень	<u>1,1</u> 0,10	<u>0,037</u> 0,003	0,1 0,009	<u>1,3</u> 0,12	<u>0,074</u> 0,007	<u>1,6</u> 0,15
Зимова межень	<u>0,8</u> 0,074	<u>0,031</u> 0,003	<u>0,1</u> 0,009	<u>0,9</u> 0,08	<u>0,038</u> 0,003	<u>1,0</u> 0,09
За рік	<u>4,9</u> 0,45	0,16 0,014	0,6 0,055	<u>5,7</u> 0,52	0,212 0,019	<u>6,0</u> 0,55

Примітка. \* над рискою – тис. т, під рискою – т/км<sup>2</sup>

Серед мінеральних сполук азоту найбільшим є стік  $N-NH_4^+$  – 86 %, найменшим –  $N-NO_2^-$  (3 %).

Таблиця 4.32. Сезонний стік біогенних речовин з водами Західного Бугу з території України за період з 1989-2003 рр., % від річного

Сезони	$N-NH_4^+$	$N-NO_2^-$	$N-NO_3^-$	$N_{\text{заг}}$	$PO_4^{3-}$	$Si$
Весняна повінь	61	58	67	61	47	57
Літньо-осіння межень	23	23	17	23	35	27
Зимова межень	16	19	16	16	18	16

Кремнію в період весняної повені з водами р. Західний Буг переноситься 57 % від середньорічної величини. Частка літньо-осінньої межені у стоці  $Si$  становить 27 %, а зимової – 16 % (див. табл. 4.32) [128].

Кількість фосфатів, що виносяться з водами Західного Бугу з території України, значно поступається відповідним величинам азоту і кремнію – 0,212 тис. т/рік (див. табл. 4.31). Під час весняної повені проходить 47 %  $PO_4^{2-}$ , літньо-осінньої межені – 35 %, зимової – 18 % (див. табл. 4.32).

Вивчення стоку мікроелементів як такого, що формується внаслідок сукупної дії природних, антропогенних чи природних антропогеннозмінених чинників і процесів на території досліджуваного басейну є особливо актуальним. Одним із типових представників даної групи хімічних речовин є залізо загальне ( $Fe_{заг.}$ ).

До головних чинників, які визначають обсяги та інтенсивність надходження  $Fe_{заг.}$  в поверхневі природні води, слід віднести, насамперед, процеси хімічного вивітрювання гірських порід (механічне руйнування та наступне розчинення) [7]. Значна кількість розчинених сполук заліза надходить у поверхневі води річок з підземним стоком (підземне живлення), зі стічними водами різних галузей промисловості і сільського господарства, зливовими стічними водами, поверхнево-схиливим стоком з урбанізованих територій та сільськогосподарських угідь [73, 116].

Величини середньорічного та внутрірічного (сезонного) розподілу стоку  $Fe_{заг.}$  є достатньо високими, адже вихідні його концентрації у річкових водах басейну, порівняно з іншими досліджуваними мікроелементами, є значно більшими, що пояснюється високим кларком заліза у земній корі (табл. 4.33).

Таблиця 4.33. Середньорічний та сезонний стік мікроелементів з водами Західного Бугу з території України, 1989-2003 рр.

Сезони	$Fe_{заг.}$	$Cu$	$Zn$	$Mn$
Весняна повінь	<u>0.3</u>	<u>17.7</u>	<u>22.0</u>	<u>85.0</u>
	0,028	1,6	2,0	7,9
Літньо-осіння межень	<u>0.095</u>	<u>5.3</u>	<u>17.2</u>	<u>22.3</u>
	0,009	0,5	1,6	2,0
Зимова межень	<u>0.032</u>	<u>2.7</u>	<u>9.9</u>	<u>8.1</u>
	0,003	0,3	0,9	0,7
За рік	<u>0.42</u>	<u>25.7</u>	<u>49.1</u>	<u>115.4</u>
	0,039	2,4	4,5	10,6

Примітка. Для  $Fe_{заг.}$  над рискою – тис. т, під рискою – т/км<sup>2</sup>; для інших мікроелементів над рискою – тис. кг, під рискою – кг/км<sup>2</sup>

У період весняної повені з водами Західного Бугу виносяться 71 %  $Fe_{заг.}$ , літньо-осінньої межені – 23 %, зимової – 6 % (табл. 4.34).



Абсолютні значення стоку таких мікроелементів, як *Cu*, *Zn*, *Mn*, порівняно з  $Fe_{зг}$ , значно менші і обраховуються вже в тис. кг, а не тис. тонн. За величиною середньорічного стоку ці мікроелементи можна розташувати в наступній послідовності  $Mn > Zn > Cu$  (рис. 4.8).

Під час весняної повені вносився 45 % *Zn*, 69 % *Cu*, 74 % *Mn*. Під час літньо-осінньої межень – 19 % *Mn*, 21 % *Cu*, 35 % *Zn*. Під час зимової межень – 7 % *Mn*, 10 % *Cu*, 20 % *Zn*.

Таблиця 4.34. Сезонний стік мікроелементів з водами Західного Бугу з території України за період з 1989-2003 рр., % від річного

Сезони	$Fe_{зг}$	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>
Весняна повінь	71	69	45	74
Літньо-осіння межень	23	21	35	19
Зимова межень	6	10	20	7

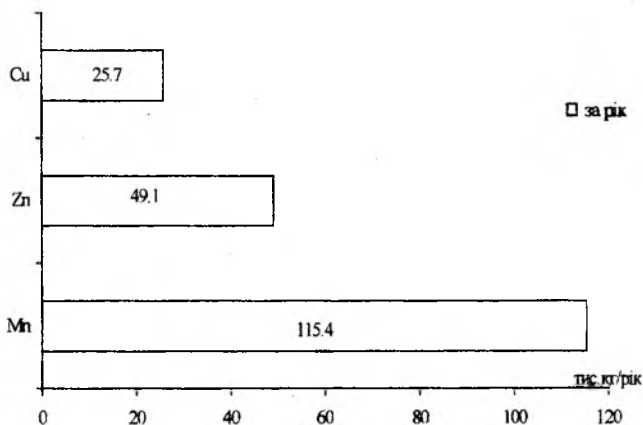


Рис. 4.8. Середньорічний стік (тис. кг) мікроелементів з водами Західного Бугу з території України, 1989-2003 рр.

**Водний стік та стік хімічних речовин р. Полтва.** Як відзначалося раніше, з очисних споруд м. Львова через р. Полтва у р. Західний Буг за рік надходить 80 % (178700 тис. м<sup>3</sup> стічних вод) від загального річного обсягу стічних вод, що скидається в р. Західний Буг на території України різними водокористувачами (224500 тис. м<sup>3</sup>). В цілому, частка стічних вод становить 15 % від об'єму водного стоку Західного Бугу в умовному гідрологічному створі на кордоні України, Польщі та Білорусі ( $W=1529$  млн. м<sup>3</sup>/рік). Тоді як для р. Полтва частка стічних вод досягає 51 % від об'єму водного стоку в замикаючому створі – м. Буськ

( $W=352$  млн.  $m^3$ /рік) [128].

З огляду на значний вплив р. Полтва на якість води Західного Бугу були проведені розрахунки стоку хімічних речовин (головні іони, біогенні речовини) р. Полтва для замикаючого створу – м. Буськ ( $Q=11,1 m^3/c$ ), а також порівняння отриманих результатів з відповідними даними у створі, що розміщений нижче – на р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька ( $Q=19,3 m^3/c$ ), а також по умовному розрахунковому гідрологічному створу р. Західний Буг на кордоні трьох держав ( $Q=48,5 m^3/c$ ).

Порівняння отриманих результатів з відповідними даними для р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька (створ нижче впадіння Полтви), а також по умовному розрахунковому гідрологічному створу дозволили встановити значний вплив цієї притоки на формування хімічного складу води Західного Бугу, особливо його верхньої частини (табл. 4.35-4.36).

**Таблиця 4.35. Частка водного стоку ( $W$ ) та іонного стоку р. Полтва – м. Буськ від стоку цих речовин р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька та в умовному розрахунковому гідрологічному створі, %**

Річка-пункт	$W$	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+ + K^+$	$\Sigma_i$
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька	58	59	98	76	66	87	60	66
р. Західний Буг – умовний розрахунковий створ	23	25	38	33	27	37	25	28

Як видно з табл. 4.35 частка водного стоку р. Полтва становить 58 % від водного стоку р. Західний Буг у створі м. Кам'янка-Бузька та 23 % в умовному гідрологічному створі, що замикає водозбір з української і польської частин басейну. В той же час, частка іонного стоку р. Полтва досягає відповідно 66% та 28 %; для азоту загального цей показник збільшується і відповідно становить 68 % та 44 %; для фосфатів до 80 % та 71 % (див. табл. 4.36).

**Таблиця 4.36. Частка стоку біогенних речовин р. Полтва – м. Буськ від стоку цих речовин р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька та в умовному розрахунковому гідрологічному створі, %**

Річка-пункт	$N-NH_4^+$	$N-NO_2^-$	$N-NO_3^-$	$N_{газ}$	$PO_4^{3-}$	$Si$
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька	70	66	51	68	80	67
р. Західний Буг – умовний розрахунковий гідрологічний створ	47	28	23	44	71	30

## ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ РІЧКОВИХ ВОД БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

### 5.1. Загальні положення оцінки якості річкових вод

Проведення екологічної оцінки якості поверхневих вод дає інформацію про воду, як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів та важливу частину природного середовища людини. Крім того, вона враховує сучасний стан водного об'єкта і екосистеми, дозволяє з'ясувати тенденції змін якості поверхневих вод в часі і просторі, слугує основою для визначення впливу антропогенного навантаження та ефективності водоохоронних заходів.

Під час здійснення екологічної оцінки річкових систем, які перетинають території декількох держав, якою є басейн р. Західний Буг, стає очевидною необхідність у розробці єдиної міжнародної правової і нормативної бази екологічної оцінки стану водних екосистем і якості води на основі узгодженої міжнародними організаціями нормативної бази. Досвід її створення є в Україні, де протягом 1996-1998 рр. вченими провідних наукових центрів гідроекологічного профілю (ІГБ НАН України, УкрНДЦЕП Мінприроди України та УНДІВЕП) в рамках програми канадської технічної допомоги "Розвиток управління навколишнім середовищем в Україні (район басейну Дніпра)" у співпраці з Міжнародним центром досліджень і розвитку (IDRC) підготовлено міжвідомчий керівний нормативний документ "Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями" [113]. Методика розроблена відповідно до статті 20 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" [106] та згідно вимог статей 35 і 37 "Водного кодексу України" [11], щодо розробки нормативних документів в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів, з врахуванням вимог "Директив Європейського Союзу про поетапне застосування санітарних, екологічних, ветеринарних і фіто-санітарних норм", а також відповідних європейських і міжнародних стандартів.

Критеріальною основою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями є система екологічних класифікацій, що ґрунтуються на основі трьох блоків показників: сольовий склад води; трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники води; специфічні речовини води токсичної дії.

Блок показників сольового складу води (блоковий індекс  $I_1$ ) включає спеціалізовані класифікації якості води за наступними критеріями: мінералізація; іонний склад (гідрохімічний тип води), забруднення

компонентами сольового складу води (хлориди, сульфати, мінералізація).

Трофо-сапробіологічний (еколого-санітарний) блок (блоковий індекс  $I_2$ ) включає наступні групи показників: 1) гідрофізичні; 2) гідрохімічні; 3) гідробіологічні; 4) бактеріологічні; 5) сапробні.

Блок специфічних речовин токсичної дії (блоковий індекс  $I_3$ ) включає спеціалізовані класифікації якості води за: вмістом специфічних речовин води; рівнем токсичності.

В цілому, екологічна оцінка полягає у визначенні блокових індексів якості води для кожного з трьох блоків ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ). Для проведення загальної об'єднаної екологічної оцінки якості води обчислюється інтегральний екологічний індекс  $I_E$  (середнє з суми  $I_1+I_2+I_3$ ). За допомогою цих індексів визначається приналежність вод до певного класу та категорії якості води з використанням екологічних класифікацій за критеріями сольового складу води, трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) та вмістом специфічних речовин води токсичної дії [110].

Слід підкреслити, що зазначена вище методика ґрунтується на трьох принципових засадах: сучасність, універсальність і практичність [25-26].

Сучасність методики полягає в дотриманні екосистемної парадигми, тобто панівної ідеї про захист і відновлення цілісності водних екосистем.

Згідно з рекомендаціями, поданими у документах [118, 141, 145, 147], оцінка стану водних екосистем повинна базуватися на комплексних параметрах з точки зору якості і кількості водних ресурсів, а також інтересів збереження флори і фауни.

Крім того, сучасність зазначеної методики полягає також у тому, що комплекс екологічних класифікацій якості поверхневих вод має гнучку систему ранжування критеріїв якості води. У 6-ти випадках з 8-ми вони налічують 5 класів і одночасно 7 категорій якості води. Слід відзначити, що поділ великого спектру величин показників якості поверхневих вод на п'ять класів відповідає вимогам проекту "Основної Рамкової Директиви ЄС по воді" [141, 145, 147] і співпадає з такою ж кількістю класів у класифікаціях якості води багатьох європейських країн (Фінляндія, Норвегія, окремі землі Німеччини, Чехія, Словаччина).

Враховуючи той факт, що якість води водних об'єктів України за своєю природою здебільшого відповідає II і III класам, кожен з цих класів для чіткої диференціації поділений ще на дві категорії. Наявність в екологічній класифікації якості води шкали з семи категорій дозволяє усувати невизначеність щодо приналежності вод, які знаходяться на межі класів, а головне, чітко поділяти води за якістю в межах найпоширеніших в Україні II та III класів.

Універсальність методики полягає в тому, що вона є системою досить відмінних між собою, проте необхідних екологічних класифікацій, кожна з яких, в свою чергу, є певною системою ранжованих кількісних критеріїв якості води. Ця, на перший погляд, складність забезпечує водночас універсальність застосування методики, її гнучкість, дає можливість вибору варіантів (орієнтовної чи ґрунтової) оцінки якості вод [111].

Практичність методики полягає в тому, що в її основу покладені ті первинні, елементарні показники якості води, які в більшості випадків визначаються у системах спостереження Держгідромету, Держводгоспу і безпосередньо Мінприроди України [25].

Згідно “Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” та із застосуванням розробленої у відділі гідрохімії УкрНДГМІ інформаційно-аналітичної системи “Aqua Guard” проведено оцінку якості річкових вод басейну Західного Бугу за середньорічними даними за репрезентативний період (1989-2003 рр). Крім того, за окремими роками (1990, 1998) виконана екологічна оцінка якості річкових вод басейну за трьома основними сезонами: весняна повінь, літньо-осіння та зимова межені. Оцінку якості вод проводили за гідрохімічними даними Державної гідрометеорологічної служби України. З метою оцінки якості води на транскордонній ділянці р. Західний Буг були задіяні також дані гідрохімічних пунктів спостереження Держуправління екоресурсів Мінприроди України у Волинській області.

Всього опрацьовані дані за 13 пунктами моніторингу якості вод: 8 – розташовані безпосередньо на р. Західний Буг, 5 – на її притоках (рр. Полтва, Рата, Луга).

## **5.2. Екологічна оцінка якості річкових вод басейну за середньорічними даними**

**Екологічна оцінка якості річкових вод за показниками блоку сольового складу води ( $I_1$ ).** Згідно аналізу багаторічної часової динаміки (рис. 5.1) середньорічних значень індексів блоку показників сольового складу води ( $I_1$ ) якість річкових вод басейну Західного Бугу за досліджуваний період (1989-2003 рр.) характеризувалася, в основному, 2-ою категорією II класу якості вод (“дуже добрі” за станом, “чисті” за ступенем забрудненості).

Багаторічний просторовий розподіл середньорічних значень блокових індексів ( $I_1$ ) засвідчив, що за досліджуваний період якість води безпосередньо Західного Бугу характеризувалася категоріями I класу (“відмінні” за станом, “дуже чисті” за ступенем забрудненості)

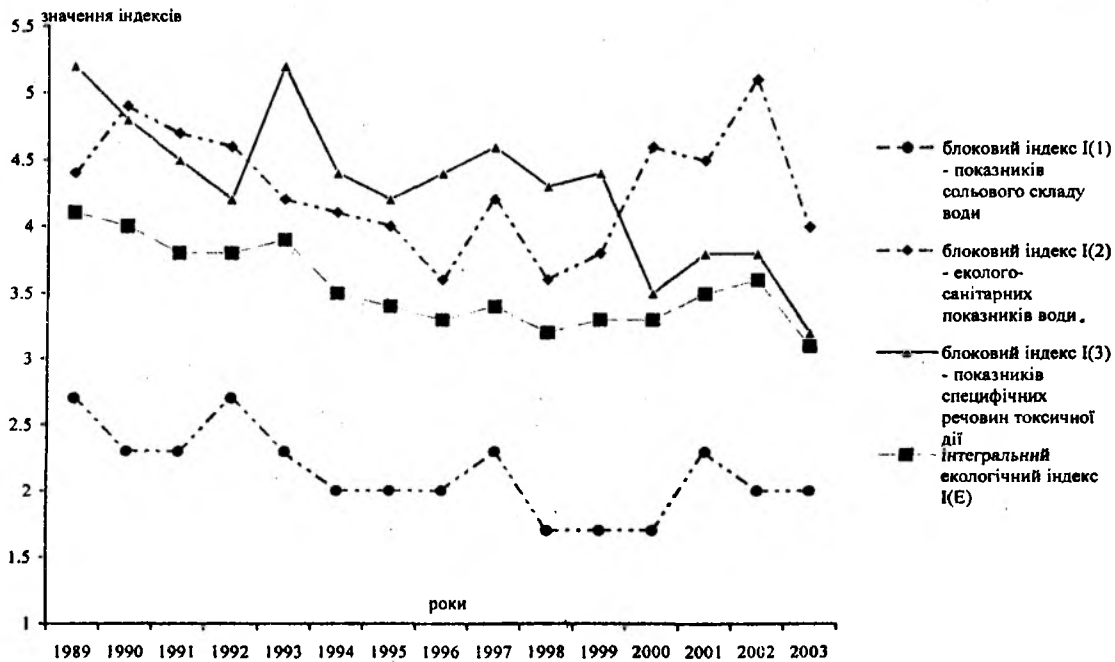


Рис. 5.1. Часова динаміка якості річкових вод басейну Західного Бугу згідно середньорічних значень блокових –  $I(1)$ ,  $I(2)$ ,  $I(3)$  та інтегрального  $I(E)$  екологічного індексів, 1989-2003 рр.

та II класу (“добрі” за станом, “чисті” за ступенем забрудненості) кості вод (додатки 1-4).

Серед приток басейну I класом якості вод (“відмінні” за станом, “дуже чисті” за ступенем забрудненості) вирізнялися річки Рата та Луга (додатки 6-7). В той же час, якість води річки Полтва характеризувалася II класом якості вод (“добрі” за станом, “чисті” за ступенем забрудненості), а в окремі роки (1989, 1991-1993) – III класом якості вод (“задовільні” за станом, “забруднені” за ступенем забрудненості) (додаток 5).

За сумою іонів річкові води басейну Західного Бугу є прісними, як правило олігогалініними. Клас C і група Ca зберігається у всіх контрольних пунктах спостереження.

Слід відзначити, що вміст хлоридних іонів у річкових водах басейну був стабільним, його концентрації коливалися в межах 31-75 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає 3-ій категорії II класу якості вод і характеризує їх як “добрі” за станом та “досить чисті” за ступенем забрудненості. На противагу їм, концентрації сульфатних іонів коливалися в більш широких межах: від 20 мг/дм<sup>3</sup> (верхів’я Західного Бугу та рр. Рата і Луга) до 150 мг/дм<sup>3</sup> (р. Полтва– м. Львів), що відповідає 1-4 категоріям I-III класів якості вод.

**Екологічна оцінка якості річкових вод за блоком еколого-санітарних показників (I<sub>2</sub>)** виконувалася за гідрофізичними (завислі речовини, прозорість) та гідрохімічними (рН, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфор фосфатів, розчинений кисень, відносний вміст кисню, біхроматна окиснюваність, БСК<sub>5</sub>) показниками.

Згідно аналізу багаторічної часової динаміки (див. рис. 5.1) середньорічних значень індексів блоку еколого-санітарних показників (I<sub>2</sub>) річкові води басейну р. Західний Буг за досліджуваний період характеризувалися 4-ою (1993-1999, 2003 рр.) та 5-ою (1990-1992, 2000-2002 рр.) категоріями III класу якості вод (“задовільні” за станом, “забруднені” за ступенем забрудненості).

Багаторічний просторовий розподіл середніх значень блокових індексів I<sub>2</sub> засвідчив, що якість води безпосередньо Західного Бугу характеризувалася категоріями виключно III класу якості вод. Зокрема, на ділянці річки між створами від м. Буськ (1 км нижче міста) до створу м. Кам’янка-Бузька (1 км нижче міста) якість води була найгіршою і відповідала 5-ій категорії III класу якості вод (“посередні” за станом, “помірно забруднені” за ступенем забрудненості) (див. додаток 1-2). Вниз за течією, у пункті спостереження – м. Сокаль (0,5 км вище міста), якість води річки покращується до 4-ої категорії III класу якості вод (“задовільні” за станом, “слабо забруднені” за ступенем забрудненості) (див. додаток 3). Така ж якість води (в основному, 4-та категорія III класу) характерна для транскордонної ділянки Західного Бугу

(м. Устилуг – с. Ягодин) (див. додаток 4).

Серед приток басейну найкращою якістю води (“добрі” за станом, “досить чисті” за ступенем забрудненості) вирізнялися річки Рата та Луга. Якість води відповідала 3-ій категорії II класу якості вод (“добрі” за станом, “досить чисті” за ступенем забрудненості) (див. додаток 6-7). На прогивагу зазначеним вище притокам, для річки Полтва були характерними надзвичайно високі середні значення блокових індексів  $I_2$ , які характеризували якість води річки від її верхів'я (пункт спостереження – м. Львів), до гирла (м. Буськ) – 5-ою та 6-ою категоріями III та IV класів якості вод (відповідно, “посередні” за станом, “помірно забруднені” за ступенем забрудненості та “погані” за станом, “брудні” за ступенем забрудненості. Слід відзначити, що в окремі роки (1992-1993, 2002) якість води у пункті спостереження – м. Львів досягала максимальної – 7-ої категорії VII класу якості вод (“дуже погані” за станом, “дуже брудні” за ступенем забрудненості) (див. додаток 5).

**Екологічна оцінка якості річкових вод за показниками блоку специфічних речовин води токсичної дії** виконувалася за 7 показниками (залізо загальне, мідь, цинк, марганець, нафтопродукти, феноли, СПАР).

Згідно аналізу багаторічної часової динаміки (див. рис. 5.1) середніх значень індексів блоку специфічних речовин води токсичної дії ( $I_3$ ) річкові води басейну Західного Бугу за досліджуваний період характеризувалися 4-ою (1994-2002 рр.) та 5-ою (1989-1993 рр.) категоріями III класу якості вод (“задовільні” за станом, “забруднені” за ступенем забрудненості) якості вод.

Багаторічний просторовий розподіл середніх значень блокових індексів  $I_3$  засвідчив, що якість води р. Західний Буг та її окремих приток (р. Полтва) характеризувалися III (“задовільні” за станом, “забруднені” за ступенем забрудненості), IV (“погані” за станом, “брудні” за ступенем забрудненості) і навіть V (“дуже погані” за станом, “дуже брудні” за ступенем забрудненості) класами якості води (див. додаток 1-7). Слід відзначити, що у воді безпосередньо Західного Бугу не простежується чітко вираженого (локального) забруднення, як у зазначеному вище випадку просторового розподілу найгірших середніх значень індексів блоку еколого-санітарних показників ( $I_2$ ).

Як видно з додатків 6-7, серед приток басейну найкращою якістю води вирізнялися річки Рата та Луга (пункт спостереження – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста), якість води в яких відповідала, в основному, II класу якості вод (“добрі” за станом, “чисті” за ступенем забрудненості).

**Інтегральна екологічна оцінка якості річкових вод басейну Західного Бугу** виконувалася за середніми значеннями інтегральних



екологічних індексів ( $I_E$ ).

Згідно аналізу багаторічної часової динаміки (див. рис. 5.1) середніх значень інтегральних ( $I_E$ ) екологічних індексів річкової води басейну Західного Бугу за досліджуваний період характеризувалися II та III класами якості вод. Зокрема, у період з 1989 по 1993 рр. величини інтегральних екологічних індексів були найвищими (3,8-4,8), характеризуючи річкові води досліджуваного басейну, як “задовільні” за станом та “забруднені” за ступенем забрудненості, що відповідає III класу якості вод.

Починаючи з 1995 р., відзначається загальна тенденція щодо поліпшення якості річкових вод басейну Західного Бугу. Середні значення інтегральних екологічних індексів у цей період характеризують річкові води, як “добрі” за станом та “досить чисті” за ступенем забрудненості, що відповідає 3-ій категорії II класу якості вод. Виняток становив 1997 р., коли величина інтегрального екологічного індексу зросла до 3,7.

Багаторічний просторовий розподіл середніх значень інтегральних ( $I_E$ ) екологічних індексів засвідчив, що якість води безпосередньо Західного Бугу (див. додаток 1-4) характеризувалася, в основному, в межах 3-ої та 4-ої категорій II-III класів якості вод (відповідно, “добрі” за станом, “досить чисті” за ступенем забрудненості та “задовільні” за станом, “слабо забруднені” за ступенем забрудненості. Погіршення якості води річки у пунктах моніторингу, які розташовані нижче міст можна прослідкувати лише в окремі роки. Зокрема, у пункті спостереження – м. Буськ (1 км нижче міста), збільшення середніх величин інтегральних екологічних індексів спостерігається у 1989-1990 рр., 1994-1995рр., 1998 р. та 2000-2001 рр. (див. додаток 1); у пункті моніторингу – м. Кам’янка-Бузька (1 км нижче міста) – 1995-1996 рр., 1999-2000 рр., 2002 р. (див. додаток 2); м. Сокаль (2 км нижче міста) – 1994-1996 рр. (див. додаток 3). Як зазначалося вище, екологічна ситуація, що спостерігається на ділянці річки між містами Буськ, Кам’янка-Бузька та Сокаль пояснюється не лише впливом стічних вод зазначених вище міст, а й надходженням надзвичайно забруднених вод р. Полтва.

Якість води р. Полтва, у верхній течії, коливалася від 4-ої категорії II класу якості вод (“задовільна” за станом, “слабо забруднена” за ступенем забрудненості) до 6-ої категорії IV класу якості вод (“погана” за станом, “брудна” за ступенем забрудненості) (див. додаток 5). У гирлі річки якість води, за період досліджень, характеризувалася, в більшості випадків, 4-ою категорією III класу якості вод. Певне покращення інтегральних екологічних індексів у гирлі річки, порівняно з верхньою ділянкою свідчить, про те, що річка до кінця не втратила самоочисної здатності.

Річки Рата та Луга, за період дослідження, характеризувалися найкращою якістю води: “дуже добрі” та “добрі” за станом і “чисті” та “досить чисті” за ступенем забрудненості, що відповідає 2 і 3-ій категоріям II класу якості вод (див. додаток 6-7).

За отриманими узагальнюючими блоковими  $I_1$ ,  $I_2$  та інтегральним ( $I_E$ ) екологічним індексом по кожному пункту спостереження річкові води басейну р. Західний Буг за період 1989-2003 рр. є прісними, олігогалінними.

Середньорічні значення індексів блоку показників сольового складу води ( $I_1$ ) характеризували якість річкових вод басейну, в основному, 2-ою категорією II класу якості вод (“дуже добрі” за станом і “чисті” за ступенем забрудненості). Виняток становили високі значення індексу  $I_1$  для р. Полтва, що характеризували якість її води від 1-ої до 5-ої категорії I-III класів (рис. 5.2) [26].

Середньорічні значення індексів блоку еколого-санітарних показників води ( $I_2$ ) та блоку специфічних речовин води токсичної дії ( $I_3$ ) були вищими і характеризували нижчу якість води Західного Бугу 4-ою та 5-ою категоріями III класу (“задовільні” – “посередні” за станом та “слабо забруднені” – “помірно забруднені” за ступенем забрудненості). Як видно з рис. 5.2 найбільшою 5-ою категорією характеризувалася якість води на відтинку річки від м. Буськ (1 км нижче міста) до м. Кам’янка-Бузька (1 км нижче міста). Це пов’язано із надходженням надзвичайно забруднених вод р. Полтва, а також із впливом скидів стічних вод вищезазначених міст. Крім того, за екологічними індексами блоку специфічних речовин води токсичної дії ( $I_3$ ), цією ж (5-ою) категорією вирізняється якість води транскордонної ділянки річки (м. Устилуг – с. Ягодин).

Серед приток басейну Західного Бугу найкращою якістю води, згідно середньорічних значень блокових індексів  $I_2$  та  $I_3$ , вирізнялися річки Рата та Луга. Якість води цих приток відповідала, в основному, 3-ій категорії II класу (“добрі” за станом, “досить чисті” за ступенем забрудненості). В той же час, надзвичайно високі значення блокових індексів р. Полтва, характеризували якість її води від верхів’я (м. Львів) до гирла річки (м. Буськ) – 6-ою – 7-ою категоріями IV-V класів (“погані” – “дуже погані” за станом, та “брудні” – “дуже брудні” за ступенем забрудненості) [26].

Аналіз багаторічної просторової та часової динаміки значень інтегрального ( $I_E$ ) екологічного індексу засвідчив, що річкові води басейну за період 1989-2003рр. характеризувалися 3-ою та 4-ою категоріями II-III класів (рис. 5.3).

Відповідно, “добра” за станом, “досить чиста” за ступенем забрудненості якість води спостерігалася у 46 % від загальної кількості пунктів спостереження. У 39 % пунктів моніторингу якість води

Клас	Категорія
V	7
IV	6
	5
III	4
	3
II	2
	1

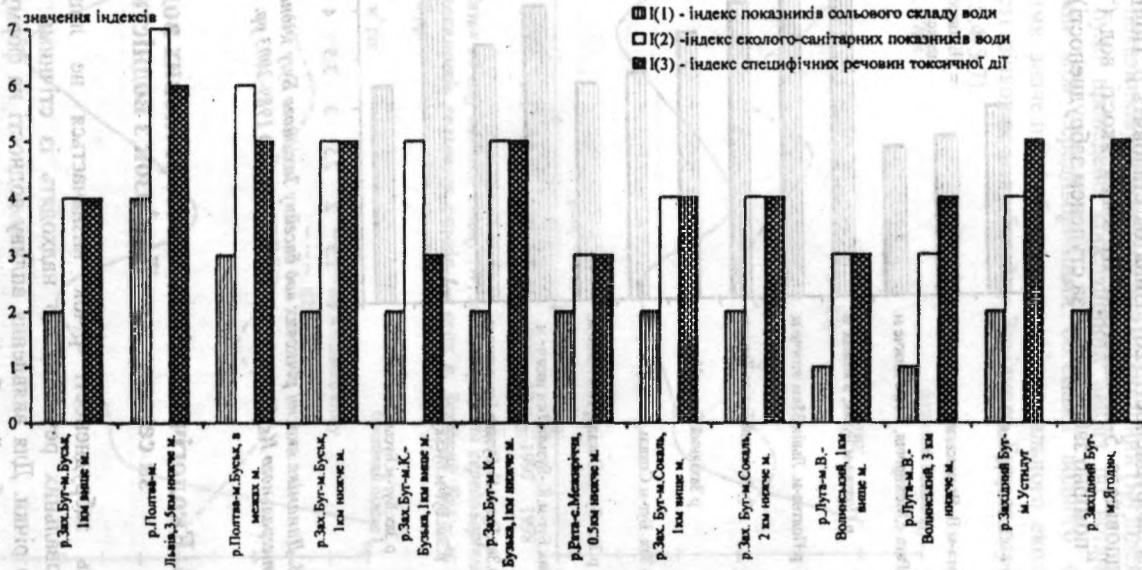


Рис. 5.2. Динаміка якості річкових вод басейну Західного Бугу згідно середньорічних значень блокових індексів –  $I_{(1)}$ ,  $I_{(2)}$ ,  $I_{(3)}$  за період 1989–2003 рр.

характеризувалася, як “задовільна” за станом, “слабо забруднена” за ступенем забрудненості [26]. Виняток становить р. Полтва, якість води якої відповідала 5-ій категорії III класу якості вод (“посередня” за станом, “помірно забруднена” за ступенем забрудненості).

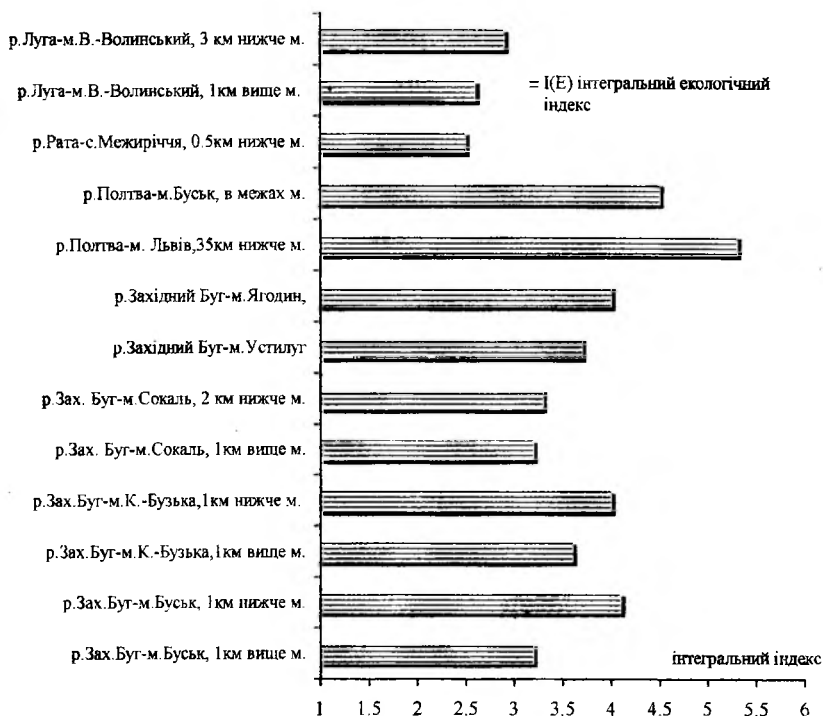


Рис. 5.3. Динаміка якості річкових вод басейну Західного Бугу згідно середньорічних значень інтегрального I(E) екологічного індексу за період 1989-2003 рр.

### 5.3. Екологічна оцінка якості річкових вод басейну за сезонами та її зв'язок з водністю

Рівень забрудненості річок визначається не лише обсягами забруднювальних речовин, що надходять із стічними водами, а й водністю річки. Для виявлення впливу водності на формування якості річкових вод басейну Західного Бугу були обрані для порівняння маловодний 1990 р., що характеризувався за водністю найгіршими умовами формування якості води річки та багатоводний 1998 р. Зазначені роки були поділені на три сезони (весняна повінь, літньо-осіння та зимова межени), за якими розраховували середньосезонні

блокові ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ) (за осередненими значеннями відповідних гідрохімічних показників) та інтегральний екологічний ( $I_E$ ) індекси.

Спочатку було проведено кореляційний аналіз по встановленню певних зв'язків між середньорічними об'ємами водного стоку та середньорічними значеннями блокових та інтегрального екологічного індексів якості річкових вод басейну Західного Бугу за період 1989-1998 рр. (рис. 5.4-5.7).

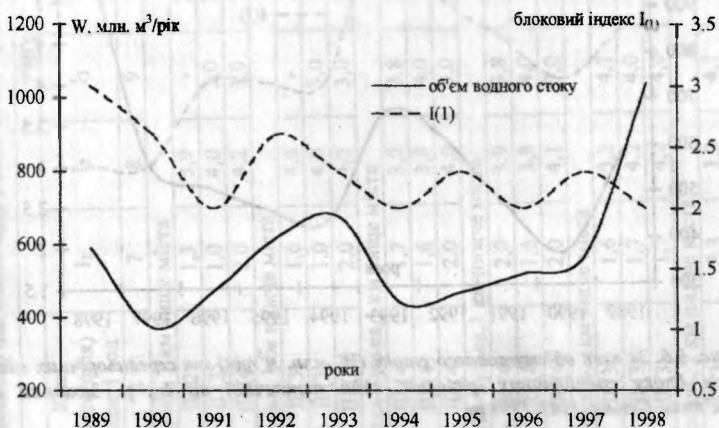


Рис. 5.4. Зв'язок об'єму водного стоку ( $W$ , млн. м<sup>3</sup>/рік) та середньорічних значень індексів блоку показників солявого складу  $I(1)$  води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1989-1998 рр.

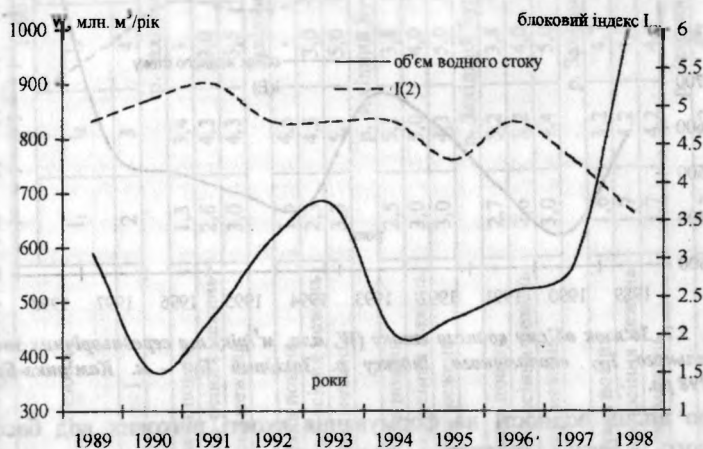


Рис. 5.5. Зв'язок об'єму водного стоку ( $W$ , млн. м<sup>3</sup>/рік) та середньорічних значень індексів блоку еколого-санітарних показників  $I(2)$  води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1989-1998 рр.

Як видно з рис. 5.5, найбільш тісний зв'язок спостерігається між середньорічними об'ємами водного стоку та середньорічними значеннями індексів блоку еколого-санітарних показників ( $I_2$ ), про що свідчить високе значення коефіцієнта кореляції (0,76).

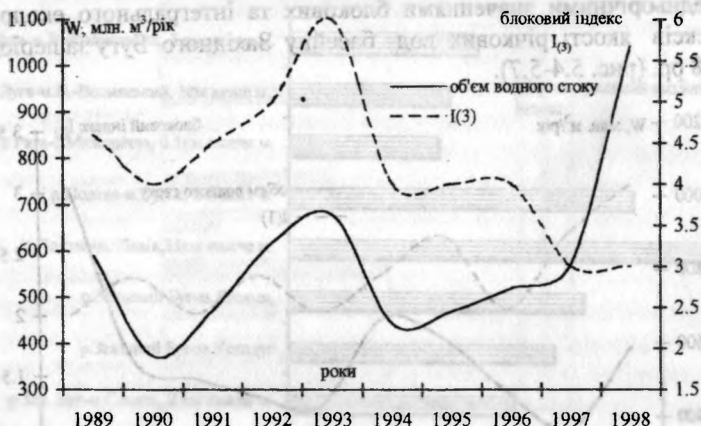


Рис. 5.6. Зв'язок об'єму водного стоку ( $W$ , млн. м<sup>3</sup>/рік) та середньорічних значень індексів блоку специфічних речовин води токсичної дії  $I_3$  р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1989-1998 рр.

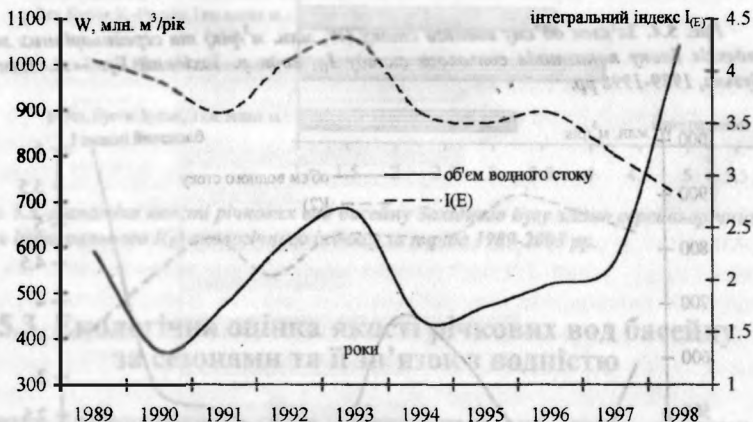


Рис. 5.7. Зв'язок об'єму водного стоку ( $W$ , млн. м<sup>3</sup>/рік) та середньорічних значень інтегрального  $I_E$  екологічного індексу р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1989-1998 рр.

Про вплив водності на формування якості річкових вод басейну Західного Бугу свідчать результати порівняльного аналізу середньосезонних значень блокових ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ) та інтегрального екологічного ( $I_E$ ) індексів багатоговодного 1998 р. з маловодним 1990 р. (табл. 5.1). Зокрема, зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну

Таблиця 5.1. Просторова динаміка якості річкових вод басейну Західного Бугу у різні сезони (1990, 1998 рр.)

Сезони	1990 р.					1998 р.				
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>E</sub>	Клас (категорія) якості вод	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>E</sub>	Клас (категорія) якості вод
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста										
Весняна повінь	1,3	3,4	-	2,4	II (2)	1,3	3,9	-	2,4	II (2)
Літньо-осіння межень	2,6	4,3	3,0	3,3	II (3)	1,0	4,0	3,0	2,6	II (3)
Зимова межень	3,0	4,3	3,5	3,6	III (4)	2,0	4,2	3,0	3,1	II (3)
р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста										
Весняна повінь	1,6	4,6	-	3,1	II (3)	1,6	4,6	-	3,1	II (3)
Літньо-осіння межень	2,3	4,5	3,0	3,3	II (3)	1,0	4,0	3,0	2,6	II (3)
Зимова межень	3,3	5,1	5,0	4,5	III (5)	2,0	4,2	3,0	3,1	II (3)
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста										
Весняна повінь	2,5	5,1	3,8	3,7	III (4)	1,7	3,9	3,8	2,1	II (3)
Літньо-осіння межень	3,0	5,0	4,0	4,0	III (4)	1,6	3,8	4,0	3,1	II (3)
Зимова межень	3,0	4,3	5,0	4,1	III (4)	2,0	4,0	3,0	3,0	II (3)
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста										
Весняна повінь	2,7	5,2	3,8	3,9	III (4)	2,0	3,9	3,8	3,2	II (3)
Літньо-осіння межень	2,6	5,2	4,0	4,0	III (4)	1,6	3,8	4,0	3,1	II (3)
Зимова межень	3,0	4,4	5,0	4,1	III (4)	2,0	4,1	3,0	3,1	II (3)
р. Західний Буг – м. Сокаль, 1 км вище міста										
Весняна повінь	1,6	3,2	4,7	3,2	II (3)	1,6	3,2	4,7	3,2	II (3)
Літньо-осіння межень	1,7	4,2	4,0	3,3	II (3)	1,7	4,2	4,0	3,3	II (3)
Зимова межень	1,7	4,2	4,0	3,3	II (3)	1,7	4,2	4,0	3,3	II (3)
р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста										
Весняна повінь	2,3	3,2	4,7	3,4	II (3)	2,3	3,2	4,7	3,4	II (3)
Літньо-осіння межень	1,6	4,1	4,6	3,4	II (3)	1,6	4,1	4,6	3,4	II (3)
Зимова межень	2,4	4,5	4,2	3,7	III (4)	2,4	4,5	4,2	3,7	III (4)

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
р. Західний Буг – м. Устипуг										
Весняна повінь	2,6	4,6	4,4	3,9	III (4)	2,6	4,6	4,4	3,9	III (4)
Літньо-осіння межень	2,6	4,0	6,2	4,3	III (4)	2,6	4,5	6,6	4,5	III (4)
Зимова межень	2,0	3,0	6,0	3,7	III (4)	2,0	3,0	6,0	3,7	III (4)
р. Західний Буг – с. Ягодин										
Весняна повінь	2,6	4,4	6,0	4,3	III (4)	2,6	4,6	6,0	4,4	III (4)
Літньо-осіння межень	2,6	3,9	6,2	4,2	III (4)	2,3	3,8	6,0	4,0	III (4)
Зимова межень	2,0	2,9	6,0	3,6	III (4)	2,0	2,9	6,0	3,6	III (4)
р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста										
Весняна повінь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Літньо-осіння межень	4,0	6,2	6,5	5,6	IV (6)	2,3	5,7	4,0	4,0	III (4)
Зимова межень	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
р. Полтва – м. Буськ, в межах міста										
Весняна повінь	3,3	5,0	-	4,1	III (4)	3,3	4,8	-	4,0	III (4)
Літньо-осіння межень	2,6	5,2	6,0	4,6	III (5)	2,0	4,7	4,0	3,5	III (4)
Зимова межень	3,3	5,8	5,4	4,8	III (5)	2,4	3,3	4,4	3,4	II (2)
р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села										
Весняна повінь	1,6	3,5	4,4	3,2	II (3)	1,6	3,1	4,0	2,9	II (3)
Літньо-осіння межень	2,0	3,6	3,8	3,1	II (3)	1,6	3,1	2,0	2,2	II (2)
Зимова межень	2,0	3,5	4,7	3,4	II (3)	1,7	3,0	1,4	2,0	II (2)
р. Луга-м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста										
Весняна повінь	1,0	2,6	3,8	2,5	II (3)	1,0	3,0	3,8	2,6	II (3)
Літньо-осіння межень	1,0	3,2	4,2	2,8	II (3)	1,3	3,4	4,0	2,9	II (3)
Зимова межень	1,4	3,4	6,2	3,7	III (4)	1,0	3,9	3,8	2,9	II (3)
р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста										
Весняна повінь	1,0	2,8	4,8	3,1	II (3)	1,0	3,2	4,0	2,7	II (3)
Літньо-осіння межень	1,0	3,1	5,0	3,2	II (3)	1,3	3,2	4,0	2,8	II (3)
Зимова межень	1,7	2,9	5,2	3,3	II (3)	1,0	4,2	4,0	3,1	II (3)



Західного Бугу в 1998 р. (в порівнянні з 1990 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбувалися в наступних відсоткових співвідношеннях:

– під час *весняної повені* у багатоводний рік покращення якості річкових вод спостерігається у 16,7 % пунктів спостереження. Без змін якість річкових вод залишається на 83,3 % пунктів спостереження (табл. 5.2);

– під час *літньо-осінньої межені* у багатоводний рік зростає кількість випадків (38,5 % пунктів спостереження) покращення якості річкових вод басейну Західного Бугу. Без змін якість річкових вод залишається на 61,5 % пунктах спостереження (див. табл. 5.2);

– під час *зимової межені* у багатоводний рік відзначається найбільша кількість випадків покращення якості річкових вод басейну Західного Бугу (58,4 %). Проте, в порівнянні з літньо-осінньою меженню, зменшується кількість пунктів (41,6 %) на яких змін не виявлено. Погіршення якості річкових вод басейну не спостерігається (див. табл. 5.2).

Таблиця 5.2. Оцінка змін якості річкових вод басейну Західного Бугу у багатоводний (1998) рік порівняно з маловодним (1990) роком у різні сезони, % створів

Зміна якості води	Весняна повінь				Літньо-осіння межень				Зимова межень			
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>E</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>E</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>E</sub>
Покращення	16,7	25,0	11,1	16,7	53,8	38,5	30,8	38,5	50,0	25,0	66,7	58,4
Без змін	83,3	66,7	88,9	83,3	46,2	53,8	61,5	61,5	50,0	58,3	33,3	41,6
Погіршення	-	8,3	-	-	-	7,7	7,7	-	-	16,7	-	-

Як видно з табл. 5.2, найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Західного Бугу за блоковими індексами (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>) в 1998 р. (порівняно з 1990 р.) спостерігався під час літньо-осінньої та зимової межені. Зокрема, під час літньо-осінньої межені якість річкових вод досліджуваного басейну покращилася за показниками блоку сольового складу води (I<sub>1</sub>) та блоку еколого-санітарних показників (I<sub>2</sub>), відповідно у 53,8 % та 38,5 % пунктів спостереження. За показниками блоку специфічних речовин токсичної дії (I<sub>3</sub>) якість річкових вод басейну покращилася у найбільшій кількості випадків (66,7 %) під час зимової межені. Значно вищий відсоток випадків з покращенням якості річкових вод басейну Західного Бугу в меженні періоди багатоводного 1998 р. пояснюється більшими меженними витратами води цього року порівняно з відповідними витратами маловодного 1990 р. Витрати весняної повені у ці роки були

були близькими.

Сезонні особливості динаміки якості річкових вод басейну є характерними лише для верхньої частини річки (м. Буськ, 1 км вище міста). Під час весняної повені якість води Західного Бугу характеризувалася 2-ою категорією II класу якості вод (“дуже добрі” за станом і “чисті” за ступенем забрудненості). У меженний період спостерігалось погіршення якості води до 3-ої (“добрі” за станом, “досить чисті” за ступенем забрудненості) – 4-ої (“задовільні” за станом, “забруднені” за ступенем забрудненості) категорій II-III класу якості вод. Вниз за течією річки сезонних відмінностей у якості води не відзначалося, що зумовлено, на наш погляд, впливом антропогенних чинників (див. табл. 5.1).

Місяць	Категорія	Клас	За станом	За ступенем забрудненості
І	2	II	дуже добрі	чисті
ІІ	2	II	дуже добрі	чисті
ІІІ	3	II	добрі	досить чисті
ІV	3	II	добрі	досить чисті
V	4	III	задовільні	забруднені
VI	4	III	задовільні	забруднені
VII	4	III	задовільні	забруднені
VIII	4	III	задовільні	забруднені
IX	4	III	задовільні	забруднені
X	4	III	задовільні	забруднені
XI	4	III	задовільні	забруднені
XII	4	III	задовільні	забруднені

## РОЗДІЛ 6

# СУЧАСНИЙ СТАН НАЦІОНАЛЬНОГО І ТРАНСКОРДОННОГО МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ РІЧКОВИХ ВОД БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

### 6.1. Міжнародні та національні системи моніторингу вод

Поняття “моніторинг природного середовища” введено у науковий вжиток канадським вченим Р. Маном (1973). Під ним він розумів “систему спостережень за одним або багатьма елементами природного середовища в просторі та часі з певною метою та наперед заданою програмою”. Згодом, Ю.А. Ізраель доповнив його і назвав моніторингом довкілля систему спостережень за антропогенними змінами навколишнього природного середовища, оцінки та прогнозу його стану на фоні природних змін [68]. Загалом моніторинг вирішує наступні завдання:

- 1) спостереження за змінами стану природного довкілля, визначення змін, зумовлених діяльністю людини, узагальнення результатів таких спостережень;
- 2) виявлення тенденцій та прогноз можливих змін довкілля шляхом порівняння кількісних характеристик різних природних середовищ з певними критеріями – гранично-допустимими концентраціями (ГДК) і гранично-допустимим навантаженням (ГДН), які встановлюють межі прийнятної екологічного збитку [19, 67-68, 87].

І.П. Герасимов виділяє три ступені моніторингу: 1) *біоекологічний (санітарно-гігієнічний)*, який включає спостереження за станом природного середовища з погляду його впливу на здоров'я людини. Цей ступінь моніторингу спирається на систему спостережень постів різних відомств і роботу санітарно-гігієнічних служб. Використовуються показники, які відображають реакцію людини, захворюваність, смертність, народжуваність, тривалість життя тощо; 2) *геоекологічний, геосистемний, чи природно-господарський*, який включає спостереження за зміненням природно-господарських систем, перетворенням їх на природно-технічні. Спирається на систему географічних стаціонарних, соціальних, зональних чи регіональних і фонових спостережень. Використовуються показники масоенергообміну, гранично-допустимі концентрації речовин; 3) *біосферний*, який охоплює спостереження за параметрами біосфери в глобальному масштабі: запилення атмосфери, світовий водний баланс, забруднення Світового океану, зміна продуктивності суші та океану.

Основою є система біосферних полігонів, що включає як заповідники, так і зони господарської діяльності. Мета спостережень – оцінка наслідків цих змін для здоров'я і діяльності людини [67-68].

Найнебезпечнішим наслідком антропогенного впливу на навколишнє середовище є забруднення його основних (життєво важливих для людини) складових: атмосферного повітря, поверхневих вод суходолу, підземних вод, ґрунтів тощо. Тому організація і ефективне здійснення моніторингу довкілля є важливою засадою сучасної стратегії регулювання його якості і управління нею.

Виділяють глобальну, міжнародні (регіональні, транскордонні) та національні системи моніторингу довкілля.

**Глобальна система моніторингу довкілля** почала розроблятися під егідою ООН у період підготовки Стокгольмської конференції з питань охорони природного середовища (1972).

Основною метою глобальної системи моніторингу довкілля (ГСМД) є отримання й постачання інформації, необхідної для захисту здоров'я людей, їх безпеки й оптимального управління станом довкілля та його природними ресурсами. Найважливіші принципи міжнародного співробітництва у створенні ГСМД передбачають: максимальне використання існуючих міжнародних і національних систем; максимальне залучення діючих спеціалізованих агентств ООН; пріоритетність глобального та міжнародного (регіонального) рівнів при обміні інформацією про найважливіші локальні проблеми.

У середині 90-х рр. ХХ ст. у рамках глобальної системи моніторингу вод збирали інформацію майже з 200 станцій, 144 з яких контролювали води суходолу, інші – океаносферу [67]. Участь у реалізації програми ГСМД взяли ВМО (Всесвітня метеорологічна організація), ЄЕК (Європейська економічна комісія). Ці міжнародні інститути конкретизували свою програму і зробили суттєвий внесок у розбудову ГСМД.

**Міжнародні системи моніторингу довкілля.** У кінці 90-тих рр. ХХ ст. Європейський тематичний центр по внутрішніх водах (СТЦВВ) спроектував і випробував інформаційно-моніторингову мережу, відому за назвою EUROWATERNET [48, 138].

Основою EUROWATERNET є отримання інформації від існуючих національних або регіональних мереж моніторингу кожної з країн-членів Європейського Союзу (ЄС). Кожній з цих країн запропоновано зробити вибір річки і пунктів моніторингу відповідно до вказаних критеріїв. Вони створюють базову мережу, що дозволяє забезпечити проведення загальної оцінки якості води річок Європи.

Вихідним тут є співвідношення чисельності обраних пунктів моніторингу до загальної чисельності всіх пунктів моніторингу, що входять у національні або регіональні мережі моніторингу. Загальна

кількість пунктів моніторингу, відібраних країною – членом ЄС буде визначатися щільність мережі, що становить 1 пункт моніторингу на 1000 км<sup>2</sup>.

*Фонові пункти моніторингу* створюються на водозбірних басейнах, на яких є незначна або взагалі відсутня господарська діяльність, а частка незадіяного господарською діяльністю природного ландшафту становить понад 90 % території водозбірного басейну.

*Репрезентативні пункти моніторингу* розташовуються таким чином, щоб вони відображали характеристики більшої частини річок даного регіону, причому господарська діяльність у водозбірних басейнах цих річок повинна бути характерною для даного регіону.

*Додаткові пункти моніторингу* обираються з національних мереж в якості окремої дискретної групи пунктів, відмінної від групи фонових і репрезентативних пунктів моніторингу. До категорії “додаткових” річкових пунктів моніторингу належать ті, які встановлюються на “найбільших і найважливіших річках”, а також пункти для “моніторингу транскордонного навантаження по забруднюючих речовинах” [48, 138].

Прикладами міжнародних (регіональних) структур, які займаються проблемами моніторингу є Програма Конвенції з довкілля та розвитку Європейської Економічної Комісії ООН та “Телком”.

Особливістю Програми Конвенції з довкілля й розвитку ЄЕК щодо оцінки якості вод суходолу є те, що вона ґрунтується на невеликій кількості показників (14), серед яких трьом (БСК, розчиненому кисню й кадмію) відводиться репрезентативна функція.

Програма міжнародного моніторингу вод Балтики – “Телком”, розроблена Гельсінським комітетом країн Балтійського моря. Вона передбачає довготривалі спостереження за змінами багатьох показників поверхневих вод водозбору та безпосередньо акваторії Балтійського моря. Отримані дані акумулюються в “акваінформаційну” систему, на основі якої визначається оцінка стану водних екосистем і розробляються прогнози їх зміни внаслідок антропогенного впливу.

Водозбір Балтійського моря з території України не перевищує 3 %. Це Західний Буг, Сян та декілька малих річок на західному кордоні України з Польщею, що належать до басейну Вісли. Незважаючи на це, Україні запропонована певна допомога “Телкому” для розв’язання гідроекологічних проблем на її Балтійському водозборі. Її запрошено до участі у роботі деяких керівних структур проекту.

За участю України та Польщі 29 вересня 1995 р. створено ще одну регіональну структуру – транскордонне об’єднання Євро регіон “Буг”, яка одним із завдань ставить розв’язання екологічних проблем на прикордонних територіях, у тому числі раціональне використання та охорону водних ресурсів басейну р. Західний Буг. Транскордонне

об'єднання Єврорегіон "Буг" спочатку охоплювало адміністративні території лише України (Волинська область) та Польщі (Хелмське, Замостське, Люблінське і Тарнобжезьке воєводства). Пізніше (1998 р.), територія Єврорегіону "Буг" розширилася за рахунок приєднання адміністративних територій Польщі (Білопідляське воєводство) та Білорусі (Брестська область). У 2000 р. до складу об'єднання увійшли також Сокальський та Жовківський райони Львівської області (Україна).

Слід зауважити, що для України найбільш ґрунтовно розроблені методичні підходи транскордонного моніторингу вод у басейні Дніпра. Протягом 1998-2000 рр. розроблявся міжнародний проект "Стан екологічного менеджменту Дніпра" за участю України, Росії, Білорусі, який фінансувався канадським фондом міжнародного розвитку – IDRC [77, 95, 134 142, 149, 153, 155]. Протягом 2001-2003 рр. тривала робота над міжнародним проектом Глобального екологічного фонду (GEF) – "Підготовка стратегічної програми дій (СПД) для басейну Дніпра і розробка механізмів її реалізації" (за участю вчених України, Росії та Білорусі із залученням міжнародних експертів).

В результаті, для басейну Дніпра розроблено пілотні ГІС-технології управління навколишнім середовищем [77, 95].

В 2001 р. розпочалася робота над розробкою схеми протипаводкових заходів в басейні р. Тиси, яка повинна бути реалізованою до 2005 р. при взаємодії вчених і практиків України та Угорщини. Створюється автоматизована інформаційна система збору даних і оповіщення про паводкові ситуації в басейні – АІВС-Тиса 2. Крім основних гідротехнічних аспектів, схема протипаводкових заходів передбачає покращення моніторингу якості поверхневих вод [89, 131].

**Національні системи моніторингу вод** за головними структурними ознаками мають переважно три типи: перший – коли в країні діє єдина загальнонаціональна мережа гідрологічних і гідрохімічних станцій та постів; другий – коли паралельно діють декілька рівноцінних мереж збору інформації; третій – коли пріоритетними є одна-дві мережі контролю якості вод, а їх доповнюють ще декілька регіональних структур [67].

До країн з першим видом моніторингу вод відносять Велику Британію, Канаду, Нідерланди, Японію; з другим – Швецію, третім – США, Україну та деякі інші пострадянські країни.

Основу мережі моніторингу поверхневих і підземних вод становлять стаціонарні станції та пости (або пункти), які є первинними структурами. Вони проводять спостереження, частково обробляють і передають інформацію у вищій структурний рівень – регіональні (басейнові) управління. Нарешті, третій ієрархічний рівень становлять головні установи. Вони методично й організаційно забезпечують роботу

двох нижчих ланок і обробляють інформацію, готують узагальнення й прогнози щодо змін водних ресурсів країни.

Завдання, що їх розв'язують національні системи багатьох країн, зводяться до отримання і передачі інформації про: 1) кількісну та якісну оцінку водних ресурсів країни (регіону); 2) контроль за дотриманням національних норм і стандартів якості вод; 3) зміни обсягів і якості вод на близьку та віддалену перспективу внаслідок природних і антропогенних чинників (прогнозування); 4) тренди (тенденції) стосовно змін окремих показників і їх сукупності, що визначають клас якості вод загалом.

Для режимних спостережень і виявлення багаторічних трендів достатньо щомісячних проб. Саме така періодичність характерна для більшості національних систем моніторингу вод.

**Державний моніторинг якості вод в Україні.** Згідно Постанови Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 р. № 815 “Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод” та Постанови Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р. № 391 “Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля” державний моніторинг вод є складовою і невід’ємною частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища в Україні.

До провідних суб’єктів державного моніторингу природних вод за вказаними документами віднесені наступні міністерства і відомства України: Мінприроди, організації Державної гідрометеорологічної служби та геологічні територіальні організації, Міністерство охорони здоров’я (МОЗ), Мінагрополітики, Держводгосп, їх органи на місцях, а також організації, що входять до сфери компетенцій даних міністерств і відомств [24, 31, 102, 115].

На сьогодні основними завданнями вказаних установ за предметними напрямками моніторингу кількості і якості вод є:

Головдержрекоінспекції і Держуправління Мінприроди України в областях – моніторинг джерел скидів стічних вод в частині контролю вмісту забруднювальних речовин (далі ЗР), у тому числі радіонуклідів (далі РН), моніторинг поверхневих вод (вміст ЗР, включаючи РН) та водних об’єктів у межах природоохоронних територій (фонова кількість ЗР, у тому числі РН);

Організації Державної гідрометеорологічної служби – моніторинг річкових, озерних, морських вод (гідрохімічні та гідробіологічні визначення, вміст ЗР та РН), радіаційної обстановки (на пунктах стаціонарної мережі та за результатами обстежень), стихійних та небезпечних природних явищ (повені, паводки і т.п.), що можуть впливати на якість вод;

Геологічні територіальні організації – моніторинг підземних вод в частині гідрогеологічних та гідрохімічних визначень їх складу і

властивостей, включаючи визначення залишкових кількостей пестицидів і агрохімікатів та оцінку ресурсів цих вод;

МОЗ України (в місцях проживання і відпочинку населення) – моніторинг поверхневих вод суші і питної води, а також морських вод (хімічні, бактеріологічні, радіологічні, вірусологічні визначення);

Мінагрополітики України – моніторинг поверхневих вод сільськогосподарського призначення (токсикологічні та радіологічні визначення, залишкові кількості пестицидів, агрохімікатів, важких металів).

Держводгосп України – моніторинг річок, водосховищ, каналів, зрошувальних систем комплексного призначення, систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання (вміст ЗР у тому числі радіонуклідів); водойм у зонах впливу атомних електростанцій (вміст радіонуклідів); поверхневих вод у прикордонних зонах і місцях їх інтенсивного виробничо-господарського використання (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів).

У їх розпорядженні є розгалужена мережа постійних станцій і постів контролю. Діюча на цій основі система моніторингу вод дає можливість розв'язувати наступні найважливіші завдання: контролювати рівень забруднення вод за фізичними, хімічними і гідробіологічними показниками; вивчати динаміку скидів, насамперед різних забруднювальних речовин та умови, що спричиняють різкі коливання рівнів забруднення поверхневих і підземних вод; досліджувати закономірності процесів самоочищення водойм і водотоків та накопичення забруднювальних речовин у донних відкладах; виявляти закономірності винесення різних речовин з водним стоком з метою здійснення балансових розрахунків тощо.

Незалежний спеціалізований або цільовий моніторинг вод здійснюють також Міністерство з надзвичайних ситуацій України (на територіях, підпорядкованих Адміністрації зони відчуження і зони безумовного відселення, а також в інших зонах радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС в частині контролю забруднювальних речовин, у тому числі радіонуклідів в поверхневих та підземних водах) і Держбуд України (контроль вмісту забруднювальних речовин у питній воді централізованих систем водопостачання, а також контроль вмісту забруднювальних речовин в стічних водах міських каналізаційних мереж та очисних споруд).

Спостереження і контроль за якістю поверхневих вод переважно прив'язані до гідрологічних постів, на яких визначаються витрати води. В інших випадках ці показники визначають розрахунковим методом. Розташування мережі пунктів спостережень за водами річок, озер і водосховищ вимагає дотримання певних вимог. Вони зводяться до того, що об'єктами контролю передусім повинні бути місця: скидів стічних



вод окремими промисловими підприємствами; скидів загальноміських стічних вод; скидів колекторно-дренажних вод зі зрошуваних та осушуваних земель; пригреблеві ділянки річок; нерестилища і зимівники цінних видів риб; створи, що замикають великі і середні річки; створи на транскордонних водних об'єктах та інші важливі в гідроекологічному відношенні місця і ділянки.

Склад та обсяг гідрохімічних та інших досліджень, зокрема досліджень показників складу і властивостей вод, строки і періодичність спостережень тощо, визначаються видами господарської діяльності та характером необхідної інформації. В зв'язку з цим програми моніторингу різних міністерств і відомств в залежності від категорійності пунктів стаціонарних спостережень мають свої цілком визначені (за метою і завданнями досліджень) особливості та спрямування.

Проте, в будь-якому випадку при розробці і реалізації таких програм необхідно враховувати наступні визначальні чинники:

1. Потреби в інформації про хімічний склад та інші властивості води і вимоги до неї, які диференціюються в залежності від категорії водокористувачів та пріоритетності виду водокористування. Очевидно, що потреби у цій інформації збільшуються пропорційно до обсягів забору води та кількості населення, що обслуговується системами водопостачання, характеру і обсягів водопостачання і водовідведення в інших галузях водогосподарського комплексу.

Мінімальна частота відповідних досліджень, включаючи відбір проб та їх аналіз по кожному параметру, повинна збільшуватися зі збільшенням ступеню ризику, викликаного погіршенням якості вод.

2. Гідрологічний та гідрохімічний режим водних об'єктів, які обумовлюють характер змін концентрацій різних розчинених у воді речовин у часі. Динаміка того чи іншого показника якості вод може бути оцінена за статистичними параметрами розподілу його величин, наприклад, концентрацій. Про стабільність, чи навпаки нестабільність речовин у воді можна говорити хоча б за величиною дисперсії або середньоквадратичного відхилення її концентрацій.

3. Економічний чинник, тобто вартість проведення досліджень. Ця вартість повинна включати витрати на відбір проб, їх збереження і транспортування та наступний аналіз, витрати на обладнання і роботу контрольно-аналітичних підрозділів, придбання і обслуговування сучасних високочутливих і надійних приладів та апаратури, засобів для обробки і інтерпретації отримуваних даних, підготовку і перепідготовку кваліфікованих виконавців.

Таким чином, питання про практичну реалізацію моніторингових заходів повинне вирішуватися на основі раціонального співставлення запитів водокористувачів щодо інформаційних потреб і збалансованого

оптимуму необхідних для їх задоволення досліджень (на основі даних про часову стабільність/нестабільність конкретних показників якості води) та фінансового забезпечення відповідного виду моніторингу.

## 6.2. Сучасний стан національного моніторингу якості річкових вод басейну Західного Бугу

Моніторинг якості річкових вод басейну Західного Бугу на території України здійснюють три відомства: організації Державної гідрометеорологічної служби; Державні управління екоресурсів Мінприроди України в областях; структурні підрозділи Держводгоспу України.

Організації Державної гідрометеорологічної служби проводять моніторинг якості річкових вод басейну за 14 пунктами: 7 – на р. Західний Буг і 7 – на притоках, а також мають 9 гідрологічних постів (рис. 6.1 і табл. 6.1) [39].

Держуправління екоресурсів у Львівській та Волинській областях виконують моніторинг за 30 пунктами, з них 12 знаходиться на р. Західний Буг і 18 – на притоках (рис. 6.1 і табл. 6.2).

Підрозділи Держводгоспу України здійснюють моніторинг якості вод за 6 пунктами: 4 – на р. Західний Буг і 2 – на притоках (рис. 6.1 і табл. 6.3).

На деяких ділянках р. Західний Буг та її приток пункти різних відомств співпадають за місцем розташування див. рис. 6.1). Наприклад, на р. Західний Буг – м. Буськ (розміщені пункти Держгідромету і Держуправління екоресурсів); на р. Західний Буг – міста Кам'янка-Бузька та Сокаль (розташовані пункти всіх трьох відомств); на р. Луга – м. Володимир-Волинський (пункти Держуправління екоресурсів у Волинській області і Держгідромету) і т.д. [39].

В системі організації Державної гідрометеорологічної служби визначають 34 показники якості вод за двома групами показників:

- *загально-санітарні показники* (температура, прозорість, запах, колірність, завислі речовини, рН, азот амонію, азот нітритів, азот нітратів, сума мінеральних азотних сполук, фосфати, фосфор загальний, кремнекислота, окиснюваність біхроматна, окиснюваність перманганатна, БСК, вуглекислий газ, кисень розчинений, ступінь насичення киснем, сульфати, хлориди, кальцій, магній, залізо загальне);
- *специфічні показники* (феноли, нафтопродукти, мідь, цинк, марганець, хром шестивалентний, кадмій, нікель, свинець, СПАР).

Серед 30 показників якості поверхневих вод, які визначаються в пунктах моніторингу в системі Державних управлінь екоресурсів у Львівській і Волинській областях Мінприроди України виділяють дві

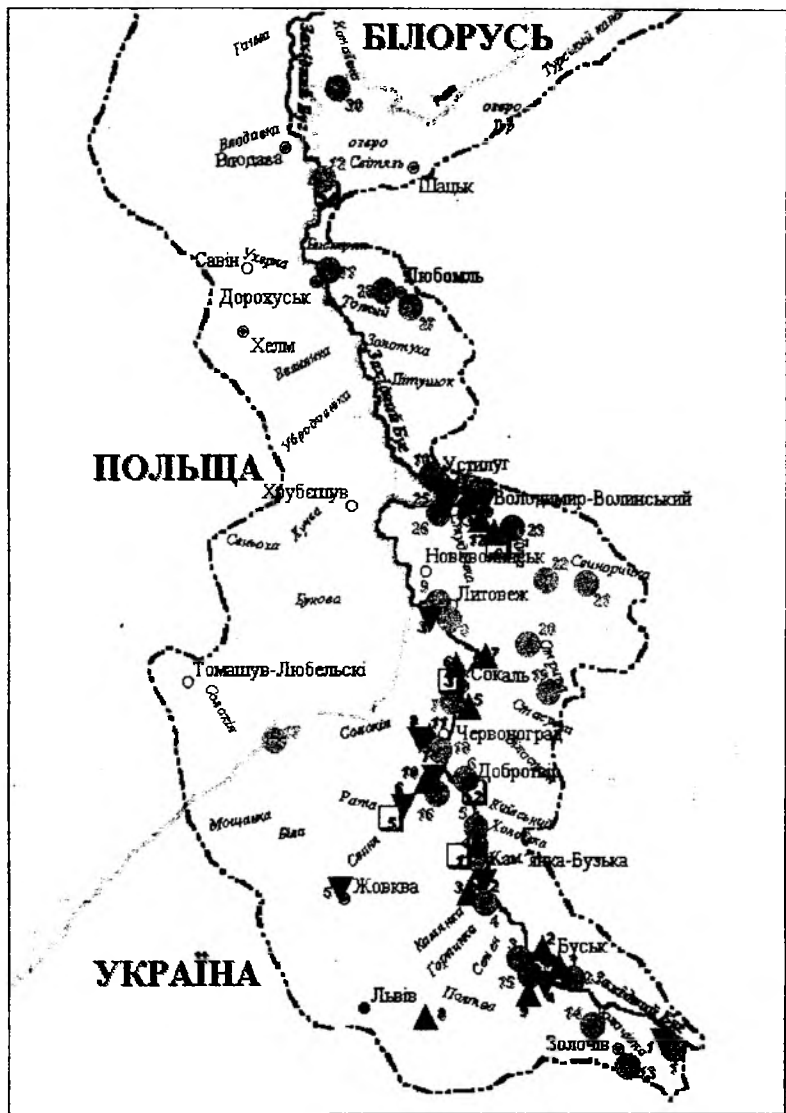


Рис. 6.1. Картохема мережі пунктів моніторингу якості річкових вод басейну Західного Бугу на території України: ▲ – Державна гідрометслужба (назви пунктів див. за порядковими номерами в табл. 6.1); ● – Держуправління екоресурсів (назви пунктів див. за порядковими номерами в табл. 6.2); ■ – Держводгосп (назви пунктів див. за порядковими номерами в табл. 6.3)

**Таблиця 6.1. Пункти моніторингу річкових вод басейну Західного Бугу в системі Державної гідрометеорологічної служби**

№ з/п	Річка-пункт	№ з/п	Річка-пункт
<i>Пункти моніторингу якості вод</i>			
1.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	8.	р. Полтва – м. Львів, 3,5 км нижче міста
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	9.	р. Полтва – м. Буськ, в межах міста
3.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	10.	р. Рата – с. Межиріччя, 0,5 км нижче села
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	11.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста
5.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	12.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міста
6.	р. Західний Буг – м. Сокаль, в межах міста	13.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, в межах міста
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста	14.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міста
<i>Гідрологічні пости</i>			
1.	р. Західний Буг – с. Сасів	6.	р. Рата – с. Волиці
2.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька	7.	р. Рата – с. Межиріччя
3.	р. Західний Буг – с. Литовеж	8.	р. Солокія – м. Червоноград
4.	р. Полтва – м. Буськ	9.	р. Луга – м. Володимир-Волинський
5.	р. Свиня – м. Жовква		

Примітки: 1. Відбір проб води здійснюється щомісячно

2. В пробах води визначаються загально-санітарні і специфічні показники

групи показників:

– *загально-санітарні показники* (температура води, прозорість, запах, колірність, завислі речовини, рН, азот амонію, азот нітритів, азот нітратів, фосфати, БСК, кисень розчинений, лужність, сухий залишок, сульфати, хлориди, кальцій, магній, залізо загальне);

– *специфічні показники* (феноли, нафтопродукти, цинк, хром трьохвалентний, хром шестивалентний, мідь, марганець, кадмій, нікель, свинець, СПАР).

В системі Держводгоспу України [115] визначають 42 показники якості вод за трьома групами показників:

– *загально-санітарні показники* (температура води, прозорість, запах, колірність, завислі речовини, рН, азот амонію, азот нітритів, азот нітратів, фосфати, БСК, ХСК, кисень розчинений, лужність, кислотність, твердість загальна, сухий залишок, сульфати, хлориди, кальцій, магній, залізо загальне, калій, натрій);

– *специфічні показники* (феноли, нафтопродукти, амінопродукти, нітропродукти, хром трьохвалентний, хром шестивалентний, мідь, цинк, марганець, фтор, кадмій, нікель, алюміній, свинець, кобальт, ртуть, пестициди, СПАР);

– *радіонукліди* (цезій-137, стронцій-90).

**Таблиця 6.2. Пункти моніторингу якості річкових вод басейну Західного Бугу в системі Державних управлінь екоресурсів у Львівській і Волинській областях Мінприроди України**

№ з/п	Річка-пункт	№ з/п	Річка-пункт
1.	р. Західний Буг (витік) – с. Верховуж	16.	р. Рата – с. Межиричтя, 0,5 км нижче села
2.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста	17.	р. Солокія – с. Угнів
3.	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста	18.	р. Солокія – м. Червоноград, в межах міста
4.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста	19.	р. Стрипа – вище випуску очисних споруд Павлівського пивоварного заводу
5.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста	20.	р. Стрипа – нижче випуску очисних споруд Павлівського пивоварного заводу
6.	р. Західний Буг – м. Добротвір, 0,5 км нижче міста,	21.	р. Луга-Свинорійка – вище випуску очисних споруд Локачинського ВУЖКГ
7.	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0,5 км вище міста	22.	р. Луга-Свинорійка – нижче випуску очисних споруд Локачинського ВУЖКГ
8.	р. Західний Буг – с. Литовеж, (Львівське упр.)	23.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, вище випуску очисних споруд
9.	р. Західний Буг – с. Литовеж, (Волинське упр.)	24.	р. Луга – м. Володимир-Волинський, нижче випуску очисних споруд
10.	р. Західний Буг – м. Устилуг	25.	р. Луга – м. Устилуг, (при впадінні в р. Західний Буг)
11.	р. Західний Буг – с. Ягодин	26.	р. Студянка – м. Устилуг, (при впадінні в р. Західний Буг)
12.	р. Західний Буг – с. Грабове	27.	р. Гапа – м. Любомль, вище випуску очисних споруд УЖКГ
13.	р. Золочівка – м. Золочів, 0,5 км вище міста	28.	р. Гапа – м. Любомль, нижче випуску очисних споруд УЖКГ
14.	р. Золочівка – м. Золочів, 2 км нижче міста	29.	р. Ягодинка – с. Березці, (при впадінні в р. Західний Буг)
15.	р. Полтва (гирло) – м. Буськ, в межах міста	30.	р. Копайвка – с. Піща

Примітки: 1. Відбір проб води здійснюється щоквартально;

2. В пробах води визначаються загально-санітарні і специфічні показники якості води

**Таблиця 6.3. Пункти моніторингу якості річкових вод басейну Західного Бугу в системі Держводгоспу України**

№ з/п	Річка-пункт	Показники якості води, що визначаються
1.	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, водозабір	загально-санітарні, специфічні
2.	р. Західний Буг – Добровірівське вдсх., н/б'єф, водозабір	цезій-137, загально-санітарні, специфічні
3.	р. Західний Буг – м. Сокаль, водозабір	цезій-137, загально-санітарні, специфічні
4.	р. Західний Буг – с. Забужжя, кордон з Білоруссю	цезій-137, стронцій-90, загально-санітарні, специфічні
5.	р. Рата – смт Великі Мости	цезій-137, загально-санітарні, специфічні
6.	р. Луга – с. П'ятидні	цезій-137, стронцій-90, загально-санітарні, специфічні

Примітка. Відбір проб води здійснюється щоквартально

### **6.3. Методичні аспекти транскордонного моніторингу якості річкових вод басейну Західного Бугу**

У фізико-географічному відношенні будь-яка річка є єдиним природним комплексом, що повинно враховуватися при її господарському використанні та охороні вод. Разом з тим, міждержавні кордони поділяють річку на окремі ділянки, кожна з яких є частиною території держави, в межах якої річковий басейн повністю знаходиться під її суверенітетом.

Відповідно правове регулювання екологічних проблем річкових систем, що охоплюють територію декількох держав повинно розглядатися на національному та міждержавному рівнях [110].

Для України є дуже важливим і актуальним міжнародне співробітництво в рамках Гельсинської Конвенції “Про охорону та раціональне використання транскордонних водотоків і міжнародних озер” (1992 р.), яка була укладена під егідою Європейської економічної комісії ООН та ратифікована Україною 8 жовтня 1999 р. Згідно основних положень Конвенції найважливішими завданнями природоохоронної діяльності як на національному, так і на міждержавному рівнях є налагодження сучасної мережі моніторингу та здійснення ефективного контролю якості вод зазначених водних об'єктів [131].

До завдань Конвенції належить також налагодження двостороннього або багатостороннього співробітництва з країнами-сусідами для

вирішення на міждержавному рівні наступних завдань: раціональний розподіл обсягів транскордонних вод з урахуванням інтересів держав; ошадливе використання водних ресурсів з метою задоволення потреб водокористувачів; зменшення забрудненості транскордонних водотоків; контроль паводкових явищ; налагодження систем аварійного оповіщення з метою запобігання та мінімізації їх негативних наслідків; відпрацювання критеріїв оцінки якості вод транскордонних водних об'єктів тощо [135].

Як відомо, водний баланс України на 75,5 % складається з водних ресурсів транскордонних водотоків. Це, відповідно, зумовлює високу актуальність адаптації (конвергенції) національного водного законодавства до основних вимог водного законодавства Європейського Союзу (ЄС). Головним документом, що визначає сучасну та перспективну політику країн Європейської спільноти з водних проблем є прийнята в 2000 р. Європейським Парламентом та Радою ЄС Водна Рамкова Директива.

Водна Рамкова Директива (2000/60/ЄС) спрямована на досягнення суттєвих позитивних змін в практиці управління водними об'єктами і річковими басейнами та запровадження нових підходів до отримання, інтерпретації і використання інформації про стан водних ресурсів. При цьому, річковий басейн вважається головним об'єктом сучасного водогосподарського та екологічного менеджменту, а погоджений контроль і управління внутрішніми і транскордонними водними об'єктами, зокрема, моніторинг якості їх вод, розглядаються як пріоритетні інструменти відповідних водогосподарських і водоохоронних заходів як на національному, так і на міжнародному рівнях [20, 101].

За Водною Рамковою Директивою основними принципами управління річковими басейнами є:

- басейновий підхід, при якому об'єктом управління є річковий басейн у його гідрографічних межах;
- створення чи призначення уповноваженого органу, який відповідає за управління водними ресурсами в цілому у басейні;
- розробка генерального плану управління і розвитку басейну;
- покриття витрат у сфері охорони навколишнього середовища і водних ресурсів, з урахуванням економічного стану в басейні та у відповідності з принципом “хто забруднює, той платить”;
- участь водокористувачів (залучення суб'єктів водних відносин в усі аспекти управління водними ресурсами) та їх інформування;
- залучення громадськості до прийняття басейнових планів та їх виконання.

Ці принципи у повній мірі повинні відповідати цілям басейнового управління водними ресурсами Західного Бугу.

Річка Західний Буг – важлива водна артерія України, Білорусі та Польщі. Вона, певною мірою, є інтегратором інтересів цих держав у галузях економічного та екологічного співробітництва. Країни-сусіди зацікавлені у збереженні ресурсного потенціалу басейну та поліпшенні його геоекологічного стану [70]. Тому гармонізація та оптимізація транскордонного моніторингу якості річкових вод басейну р. Західний Буг шляхом практичної реалізації європейських правил є важливим і актуальним завданням для зазначених вище країн.

Міжнародне співробітництво у галузі охорони вод Західного Бугу триває давно. Зокрема, 17 червня 1964 р. між урядами колишнього СРСР і Польщі був підписаний договір, за яким в тому числі регулювалася система моніторингу в прикордонній частині р. Західний Буг. Починаючи з 1965 р. дослідження якості води проводились окремо кожною стороною. Однак обміну інформацією про джерела забруднення і якість води в басейні річки не було.

Матеріали досліджень за 25-ти річний період (1965-1988 рр.) були використані спеціалістами Польщі і колишнього СРСР (України і Білорусі) для розробки “Програми охорони та покращення якості вод в басейні прикордонної ділянки р. Західний Буг”, яку затвердили на міждержавному рівні у 1988 р.

Після створення Державного комітету України по охороні природи у 1990 р. контроль якості води р. Західний Буг на території України став здійснюватися із щомісячним відбором проб води в прикордонних створах [34].

Основою для співробітництва між Польщею та Білоруссю став підписаний у травні 1992 р. “Договір про співпрацю в області охорони навколишнього середовища між Державним Комітетом по екології Республіки Білорусь і Міністерством охорони навколишнього середовища і лісового господарства Республіки Польща” [106].

Крім того, за рішенням парламенту Білорусі в червні 1991 р. був створений місцевий науково-технічний центр “Екологія”, який займався комплексним дослідженням вод Західного Бугу, а також його приток вздовж польсько-білоруського кордону. Проте, дослідження були епізодичними, тому не могли слугувати для узагальнюючих висновків щодо визначення стану якості вод річки [74].

У відповідності з погодженою програмою між Держуправлінням екоресурсів у Волинській області та Інспекціями охорони середовища Замостьського і Хелмського воєводств Польщі, а пізніше із Брестським комітетом охорони природи Білорусі у 1992 р. продовжено відбір і аналіз проб води р. Західний Буг та і її приток. Відбувається обмін інформацією, її узагальнення і випуски щорічників з даними лабораторних досліджень, польською стороною здійснюються монографічні видання [144], виходять колективні публікації польських



та українських авторів [49, 51, 65, 146, 148, 150-152, 154-156, 157, 159], які присвячені моніторингу якості вод прикордонної частини басейну р. Західний Буг.

Міжнародне співробітництво у галузі охорони річкових вод басейну Західного Бугу триває і зараз. Протягом 1997-2001 рр. був здійснений міжнародний проект “Транскордонний моніторинг та оцінка якості води річок Західний Буг, Уж та Латориця”. За рахунок фінансування програми TACIS проводились дослідження Західного Бугу та його приток, зокрема на території України (Львівська і Волинська області). Проект було здійснено як елемент втілення Гельсінської Конвенції із залученням провідних експертів із Європейського Союзу та України [135, 143].

В рамках підписаного у 1998 р. договору між Республікою Білорусь і Україною про економічне співробітництво на 1999-2008 рр. діє Міждержавна програма довгострокового економічного співробітництва між Республікою Білорусь та Україною. В зазначеній програмі передбачено низка заходів, в тому числі про співробітництво у вирішенні регіональних проблем: по пункту 3.3. – підготовка проекту міжурядової угоди про спільне використання і охорону прикордонних водних об’єктів, за пунктом 3.5. – співробітництво між Брестською областю Білорусі і Волинською областю в рамках Євросерегону “Буг” [106].

По завершенню проекту TACIS по р. Західний Буг був підписаний керівний документ “Регламент збору і обміну даними з моніторингу якості води в басейні р. Західний Буг між органами Мінекоресурсів, Міністерства охорони здоров’я і Держводгоспу України” (12.04.2001 р.). Він визначає характер, обсяги, структуру та періодичність обміну екологічною інформацією між зазначеними відомствами. Крім того, згідно Регламенту розроблена програма моніторингу якості води у басейні Західного Бугу, яка визначає порядок, за яким кожне відомство у зазначені терміни готує і подає первинну інформацію, що була зібрана у відповідних областях до об’єднаної уніфікованої бази даних (ОУБД) моніторингу якості води р. Західний Буг для інформаційного забезпечення управління в галузі охорони і раціонального використання водних ресурсів басейну.

Крім того, в системі моніторингу якості вод річки в Україні на суміжній з Польщею та Білоруссю території було запропоновано визначити пункти із статусом національних (прикордонних) і транскордонних (табл. 6.4, рис. 6.2). Слід відзначити, що ці пункти належать до системи моніторингу якості вод Держуправлінь екоресурсів у Львівській і Волинській областях.

Транскордонні пункти відповідають вимогам Гельсінської Конвенції “Про охорону та раціональне використання транскордонних водотоків і міжнародних озер” та програмі моніторингу сусідньої

**Таблиця 6.4. Мережа пунктів національного (прикордонного) і транскордонного моніторингу якості річкових вод басейну Західного Бугу**

№ з/п	Пункти в межах України	Річка	Місце знаходження	№ з/п	Відповідні пункти за межами України	Статус пункту моніторингу
1.	с. Угнів, Львівська область	р. Солокія	кордон Україна-Польща	1'	Вежбіца (Польща)	національний (прикордонний)
2.	с. Литовеж, Волинська область	р. Західний Буг	міст на кордоні Львівської та Волинської областей	2'	Крилув (Польща)	національний (прикордонний)
3.	м. Устилуг, Волинська область	р. Західний Буг	міст на кордоні Україна-Польща,	3'	Зосін (Польща)	транскордонний
4.	с. Ягодин, Волинська область	р. Західний Буг	міст на кордоні Україна-Польща	4'	Дорохуськ (Польща)	транскордонний
5.	с. Грабове, Волинська область	р. Західний Буг	кордон Україна-Польща-Білорусь	5'	Влодава (Польща)	національний (прикордонний)
				5''	Томашівка (Білорусь)	
6.	с. Піща, Волинська область	р. Копаївка	кордон Україна-Білорусь	6''	Черськ (Білорусь)	національний (прикордонний)



Рис. 6.2. Картохема мережі національних (прикордонних) і транскордонних пунктів моніторингу якості річкових вод басейну Західного Бугу: національні (прикордонні) пункти - □; транскордонні пункти - ●. Назви пунктів див. за порядковими номерами в табл. - 6.4.

держави Польщі. За цими пунктами передбачається транскордонний обмін інформацією. З метою здійснення такого обміну між державами-суб'єктами транскордонного моніторингу (Україна-Польща) доцільно було б розробити і підписати двосторонню угоду у відповідності з погодженою в 1992 р. програмою між Держуправлінням екоресурсів у Волинській області та Інспекціями охорони середовища Замостського і Хелмського воєводств Польщі [39].

Серед мережі національного моніторингу якості річкових вод басейну р. Західний Буг виділяють пункти, які розташовані безпосередньо на прикордонних ділянках Західного Бугу та його приток, тому становлять певний інтерес з позиції транскордонного моніторингу і позначені у таблиці 6.4 як національні прикордонні пункти моніторингу (див. рис. 6.2).

Слід відзначити, що у 2004 р. за програмою Європейського Союзу з транскордонного співробітництва розпочався новий міжнародний проект – “Управління басейнами річок Буг, Латориця і Уж”. Проект, завершення якого заплановано на 2006 р., направлений на впровадження положень Гельсинської Конвенції (1992 р.) та Водної Рамкової Директиви ЄС (2000 р.), щодо комплексного та збалансованого управління річковими басейнами.

- Реалізація проекту здійснюється за трьома основними напрямками:
- транскордонне співробітництво;
  - впровадження організаційної структури управління річковим басейном;
  - комплексний моніторинг і управління водними ресурсами басейну.

## ВИСНОВКИ

Розробка і реалізація методичної схеми комплексу гідрохімічних досліджень української частини басейну р. Західний Буг дала змогу детально дослідити закономірності формування хімічного складу річкових вод басейну; оцінити гідрохімічний режим Західного Бугу і його основних приток у сезонному та багаторічному аспектах; отримати кількісні характеристики стоку хімічних речовин з водами Західного Бугу з території України, а іонного стоку – з території України та Польщі; виконати часову та просторову оцінку якості річкових вод української частини басейну.

В цілому отримані дані та встановлені закономірності дозволили зробити наступні висновки:

1. Хімічний склад річкових вод басейну Західного Бугу формується в результаті сукупної дії як природних, так і антропогенних чинників. Природно-кліматичні умови, характер водовмісних порід та ґрунтів сприяють формуванню річкових вод карбонатно-кальцієвого складу (гідрокарбонатний клас група кальцію II тип –  $C_{II}^{Ca}$ ). Антропогенні чинники спричиняють підвищення концентрацій розчинених речовин. Серед них пріоритетний вплив мають господарсько-побутові стічні води, а основну частку вносить м. Львів.

2. Встановлено наявність статистично значимих зв'язків між мінералізацією і вмістом домінуючого іону  $HCO_3^-$ , що описується лінійною функцією  $\Sigma_i=1,84HCO_3^-$ . Тіснота зв'язку характеризується коефіцієнтом кореляції  $r=0,7$ . Встановлений обернений зв'язок між мінералізацією та витратами води р. Західний Буг характерний як для внутрірічних, так і багаторічних коливань водності річки.

3. Гідрохімічний режим р. Західний Буг та її приток за сольовим складом води має виражений сезонний характер, що пояснюється зміною протягом року ролі різних видів живлення. Внутрішньорічний розподіл величини мінералізації води річки має чітку закономірність: найменші значення спостерігаються під час весняної повені ( $497 \text{ мг/дм}^3$ ); у меженні періоди величина мінералізації зростає до  $518 \text{ мг/дм}^3$  (літньо-осіння межень) та  $573 \text{ мг/дм}^3$  (зимова межень). Аналогічно змінюються концентрації головних іонів у воді Західного Бугу.

Діапазон концентрацій головних іонів та величини мінералізації у воді приток у різні сезони близький до коливань відповідних характеристик у воді Західного Бугу. Виняток становить р. Полтва, мінералізація якої коливається у межах  $784-847 \text{ мг/дм}^3$ , а у складі головних іонів особливо зростає роль сульфатних та хлоридних іонів.

4. Річкові води басейну Західного Бугу характеризуються напруженим кисневим режимом. Протягом року для річки характерний

дефіцит насичення води киснем (71-78 %). Відносне збільшення насичення води  $O_2$  відзначалося у період літньо-осінньої межені за рахунок прискорення процесів фотосинтезу. У воді приток відносний вміст кисню змінювався у більш широких межах – від 20-35 % до 119-122 %. Насичення киснем води р. Полтва не піднімалося вище 24-29 %, що свідчить про наявність його дефіциту протягом року.

5. Дослідження гідрохімічного режиму біогенних речовин, мікроелементів та специфічних забруднювальних речовин не виявили загальних закономірностей розподілу цих показників за сезонами. Підвищення концентрацій під час весняної повені встановлено для окремих мікроелементів та нафтопродуктів через їх змив з поверхні водозбору. Для нітратних іонів найменші концентрації спостерігалися у вегетаційний період, у зв'язку з їх споживанням гідробіонтами.

Середня концентрація мінеральних форм азоту ( $NH_4^+ + NO_2^- + NO_3^-$ ) у воді Західного Бугу становила  $3,866 \text{ мгN/дм}^3$  і змінювалась від  $3,494 \text{ мгN/дм}^3$  до  $4,275 \text{ мгN/дм}^3$ . Домінуючою формою є  $N-NH_4^+$ . Серед приток басейну найбільший вміст мінеральних форм азоту відзначено у воді р. Полтва. Перевищення ГДК для  $N-NO_2^-$  та  $N-NH_4^+$  у воді р. Полтва становили відповідно 7 та 27 разів.

6. Відзначено локальний вплив антропогенних чинників на формування вмісту головних іонів, біогенних речовин, мікроелементів та специфічних забруднювальних речовин. Вода р. Полтва спричиняє погіршення хімічного складу води Західного Бугу на відтинку від м. Буськ до м. Кам'янка-Бузька.

7. Вперше отримано кількісні характеристики іонного стоку Західного Бугу на межі кордонів України, Білорусі та Польщі за період 1989-2003 рр. Середньорічний іонний стік Західного Бугу з території України і Польщі становить 857 тис. т/рік. З них 93 % виноситься з території України і 7 % з території Польщі. Внутрірічний розподіл іонного стоку має нерівномірний характер і тісно пов'язаний із коливаннями водного стоку. Під час весняної повені з водами Західного Бугу виноситься 48-59 % всіх розчинених іонів; 25-31% – у літньо-осінню межень; 16-22% під час зимової межені.

Стік біогенних речовин за сезонами розподілений наступним чином: 47-67 % виноситься під час весняної повені; частка літньо-осінньої та зимової межені становила відповідно 17-35 % та 16-19 %. Характеристики стоку мікроелементів були наступними: весняна повінь – 45-74 %; літньо-осіння межень – 19-35 %; зимова межень – 6-20 %. Об'єм водного стоку є основним чинником, що впливає на мінливість стоку хімічних речовин Західного Бугу.

8. Вплив іонного стоку найбільш забрудненої річки Полтви на іонний стік Західного Бугу досягає 66 % у створі м. Кам'янка-Бузька та 28 % при перетині ним кордону. Для стоку амонійного азоту ці

величини є вищими і відповідно досягають 70 % та 47 %, для фосфатів – 80 % та 71 %.

9. Екологічна оцінка якості води Західного Бугу засвідчила, що за показниками сольового блоку якість води річки за період 1989-2003 рр. відповідала 2-ій категорії II класу (“дуже добрі” за станом, “чисті” за ступенем забрудненості); за еколого-санітарними показниками та специфічними речовинами токсичної дії якість води змінювалася від 4-ої до 5-ої категорій III класу (“задовільні” – “посередні” за станом та “слабо забруднені” – “помірно забруднені” за ступенем забрудненості”).

Дослідження динаміки забруднення річкових вод басейну виявило два періоди: з 1989 по 1994 рр. – період високих середньорічних значень інтегральних екологічних індексів, що характеризували якість річкових вод 4-ою категорією III класу (“задовільні” за станом, “слабо забруднені” за ступенем забрудненості); з 1995 по 2003 рр. – період покращення якості вод до 3-ої категорії II класу (“добрі” за станом, “чисті” за ступенем забрудненості).

Якість води приток басейну Західного Бугу характеризувалася різним рівнем забруднення. Середньорічні значення інтегральних екологічних індексів річок Рата та Луга змінювалися в межах 2,0-3,3 (2-га – 3-тя категорії II класу). Найбільш забрудненим водним об’єктом басейну є р. Полтва –  $I_E=3,9-5,7$  (4-та – 6-та категорії III-IV класів). Середньорічні значення індексів блоків еколого-санітарних показників та специфічних речовин токсичної дії характеризували якість води Полтви, виключно 6-ою – 7-ою категоріями IV-V класів. Концентрації забруднювальних речовин, характер кисневого режиму та інших фізико-хімічних показників свідчить про те, що р. Полтва знаходиться у кризовому стані, у ній пригнічені процеси самоочищення і екосистема річки потребує негайного проведення природоохоронних заходів.

10. У басейні Західного Бугу необхідна термінова розробка та впровадження заходів спрямованих на відновлення якості річкових вод басейну, які рекомендується здійснювати за рахунок зменшення скидів стічних вод міст, побудови нових та модернізації діючих очисних споруд, каналізаційних мереж, дотримання технологічних вимог очищення води, введення штрафних санкцій за недотримання вимог діючого водоохоронного законодавства. Зокрема, зменшення забруднення води лише р. Полтва сприятиме скороченню загального антропогенного навантаження на водну екосистему Західного Бугу, покращенню якості його води на значному відтинку (м. Буськ – м. Кам’янка-Бузька) та зменшенню виносу хімічних речовин, особливо сполук азоту, з водами Західного Бугу за межі території України. Вирішення цих завдань не можливе без підвищення роботи мережі національного і транскордонного моніторингу якості річкових вод, впровадження організаційної структури щодо комплексного та

збалансованого управління басейном Західного Бугу, інтеграції водоохоронних заходів з боку сусідніх держав згідно вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Айзенберг М.М. Общая характеристика гидрографической сети // Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Т. 6, Вып. 1. – С. 118-138.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
3. Анісімова Г.М., Влах М.Р., Холодько Л.П. Взаємозв'язки в системі “населення-довкілля” в басейні Західного Бугу // Матеріали наук. конф. “Проблеми географії України”. – Ч.ІІ. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту. – 1994. – С. 3-4.
4. Бачуріна Г.Ф. Торфові болота Українського Полісся. – К.: Наукова думка, 1964. – 207 с.
5. Большая Советская Энциклопедия. – М.: 1971. – Т. 4. – 600 с.
6. Варава К.М. Підземні води Українського Полісся. – К.: Вид-во АН УРСР, 1959. – 127 с.
7. Вернадский В.И. Очерки геохимии. – М.: Горгеонефтеиздат, 1934. – 107 с.
8. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. – К., 2003. – 324 с.
9. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. – К.: Віпол, 2000. – 376 с.
10. П.Ф. Вишневский. Влияние хозяйственной деятельности в бассейне р. Западный Буг на изменение поверхностного стока // Труды УкрНИГМИ, 1972. – Вып. 116. – С. 3-32.
11. П.Ф. Вишневский. Максимальные уровни воды на реках бассейна Буга и правых притоков Припяти // Труды УкрНИГМИ. – 1972. – Вып. 116. – С. 57-64.
12. Водне господарство в Україні / За ред. А.В. Яцика, В.М. Хорева. – К.: Генеза, 2000. – 456 с.
13. Водний кодекс України // Екологія і закон: Екологічне законодавство України. – К. – 1997. – С. 411-453.
14. Географічна енциклопедія України. – К.: 1989. – Т. 1. – 416 с.
15. Географічна енциклопедія України. – К.: 1990. – Т. 2. – 479 с.
16. Географічна енциклопедія України. – К.: 1993. – Т. 3. – 479 с.
17. Геренчук К.І. Природа Волинської області. – Вид-во Львів. ун-ту. – 1975. – 147 с.
18. Геренчук К.І. Природа Львівської області. – Вид-во Львів. ун-ту. – 1972. – 152 с.
19. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. – К.: Вища школа, 1995. – 307 с.
20. Директива 2000 Парламенту і Ради ЄС. Встановлення структури щодо дій ЄС в галузі водної політики. – Брюссель, 30 липня 2000-08-15

21.Н.И. Дрозд, К.А. Лысенко. Особенности формирования меженного стока рек междуречья Западного Буга, Припяти и Днестра // Труды УкрНИГМИ, 1972. – Вып. 116. – С. 110-118.

22.Екологія Львівщини / Бюлетень Держзуправління екобезпеки у Львівській області. – Львів: Еней, 1999. – 92 с.

23.Єврорегіон Буг: Волинська область / За ред. Б.П. Клімчука і ін. – Луцьк: Ред. – Вид. відділ Волин. ун-ту, 1997. – 448 с.

24.Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод. – К.: Мінекоресурсів України, 2001. – 58 с.

25.Жукинський В.М., Чернявська А.П., Оксіюк О.П., Верниченко Г.А. Досягнення і завдання гідроекології у створенні водоохоронної нормативно-інструктивної бази // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2000. – Т. 1. – С. 22-27.

26.Жукинський В.Н., Оксіюк О.П. Методические основы экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журнал. – 1983. – Т. 19, № 2. – С. 59-67.

27.Забокрицька М.Р. Гідрохімічний режим і якість води основних приток р. Західний Буг у межах Волинської області // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. – Т. 2. – С. 432-437.

28.Забокрицька М.Р. Гідрохімічний режим та оцінка якості річкових вод басейну Західного Бугу на території України: Автореф. дис. ... к. геогр. н. 11.00.07 / Київський національний університет імені Тараса Шевченка – К., 2005. – 20 с.

29.Забокрицька М.Р. Гідрохімічний режим та стік хімічних компонентів Західного Бугу // Тези доповідей Другої Всеукраїнської наукової конференції “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”. К.: – 2003. – С. 113-115.

30.Забокрицька М.Р. Екологічна оцінка якості річкових вод басейну Західного Бугу за відповідними категоріями // Тези доповідей до ювілейної міжнар. конференції, присвяченої 70-річчю утворення Одеського державного екологічного університету “Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002”. – Одеса – 2002. – С. 185-186.

31.Забокрицька М.Р., Мольчак Я.О., Хільчевський В.К. Основні завдання екологічного моніторингу та оцінки якості річкових вод // Фізична географія і геоморфологія, 2002., вип. 43. – С. 47-53.

32.Забокрицька М.Р., Осадчий В.І. Про гідроекологічні проблеми української частини басейну р. Західний Буг // Україна: географічні проблеми сталого розвитку: Зб. наук. пр. – К.: – 2004. – Т. 3. – С. 167-169.

33.Забокрицька М.Р., Осадчий В.І. Характеристика антропогенного

навантаження в басейні р. Західний Буг // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2003. – Т. 5. – С. 218-225.

34. Забокрицька М.Р., Осадчий В.І., Хільчевський В.К. Екологічні проблеми транскордонного моніторингу якості вод басейну річки Західний Буг // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2002. – Т. 4. – С. 25-34.

35. Забокрицька М.Р. Характеристика основних напрямків досліджень української частини басейну р. Західний Буг // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2005. – Т. 8. – С. 94-103.

36. Забокрицька М.Р. Оцінка сучасного стану якості річкових вод басейну р. Західний Буг (у межах Волинської області) // Регіональні екологічні проблеми: 36. наук. пр. – К., 2002. – С. 143-145.

37. Забокрицька М.Р. Про антропогенне навантаження в басейні Західного Бугу // Тези доповідей II Міжнар. наук.-практ. конференції “Географічна наука і освіта в Україні”. – К. – 2003. – С. 122-124.

38. Забокрицька М.Р. Про сучасний гідрохімічний режим р. Західний Буг та її приток // Наукові праці УкрНДГМІ, 2003. – Вип. 251. – С. 135-139.

39. Забокрицька М.Р. Стан моніторингу якості поверхневих вод у басейні р. Західний Буг // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2002. – Т. 3. – С. 161-166.

40. Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К. Методичні аспекти транскордонного моніторингу річкових вод // Фізична географія і геоморфологія, 2002., вип. 42. – С. 55-61.

41. Закревський Д.В., Пелешенко В.І., Хильчевский В.К. Сток химических компонентов рек Украинской ССР // Водные ресурсы. – 1998. – № 6. – С. 63-73.

42. Здіслав Міхальчик. Диференціація стоку в басейні Бугу // Матеріали Міжнар. конференції до 120-річчя географії у Львівському університеті “Сучасні проблеми і тенденції розвитку географічної науки”. – Львів. – 2003. – С. 188-189.

43. Зенин А.А., Белоусова Н.А. Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 239 с.

44. Іванов Є.А. Еколого-ландшафтознавчий аналіз гірничопромислових територій (на прикладі Львівської області): Автореф. дис. ... к. геогр. н. 11.00.11 / Київський національний університет імені Тараса Шевченка – К., 2001. – 20 с.

45. Іванов Є.А., Ковальчук І.П. Ландшафтно-гідроекологічна характеристика зон підтоплення і заболочення в межах Червоноградського гірничопромислового району // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2003. – Т. 5. – С. 345-355.

46. Льїн Л.В., Мольчак Я.О. Озера Волині. Лімно-географічна характеристика. – Луцьк: Вид-во “Надстир’я”, 2000. – 149 с.

47.Карпенко Н.І. Шацькі озера // "Географічна енциклопедія України. – К.: УЕ, 1990. – Т. 3 – 442 с.

48.Клебанов Д.О. Аналіз існуючої системи моніторингу і порівняння її з системою моніторингу "EUROWATERNET", яку пропонує ЄС на прикладі української частини басейну р. Дунай // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2002. – Т. 3. – С. 37-43.

49.Клименко Н.А., Волкова Л.А., Лихо Е.А. Экологическое состояние рек Полесья / III Miedzynarodowa Konferencja Naukowa: Zagospodarowanie Bugu i jego zlewni w ramach zrownowazonego rozwoju gospodarczego jako element Programu Czysty Baltyk. – Naleczow. – 1999. – S. 25-28.

50.Клименко Н.А., Лихо Е.А., Вознюк Н.Н. Анализ качества поверхностных вод бассейна р. Западный Буг / V Miedzynarodowa Konferencja Naukowa: Zagospodarowanie Bugu i jego zlewni w ramach zrownowazonego rozwoju. – Jachranka. – 2001. – S. 117-120.

51.Клименко Н.А., Лихо Е.А., Вознюк Н.Н. Оценка антропогенной нагрузки и экологического состояния бассейна реки Западный Буг / V Miedzynarodowa Konferencja Naukowa: Zagospodarowanie Bugu i jego zlewni w ramach zrownowazonego rozwoju. – Jachranka. – 2001. – S. 121-123.

52.Климович П. Еколого-меліоративний аналіз природних комплексів Волинського Полісся. – Львів., 2002. – 253 с.

53.Клімат України / За ред. В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.

54.Ковальчук І.П., Волос С.И., Холодько Л.П. Тенденции и причины изменения состояния речных систем Западной Украины в XIX-XX вв. // География и природные ресурсы. – 1992. – № 2. – С. 102-110.

55.Ковальчук І., Курганевич Л., Михнович А. Гідрологічний аналіз басейнової системи Західного Бугу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2002. – Т. 4. – С. 89-100.

56.Ковальчук І.П., Волос С.И., Холодько Л.П. Речные системы Запада Украины: масштабы и тенденции трансформации структуры, механизм изменения состояния в XIX-XX веках // Причины и механизм пересыхания малых рек. – Казань: Изд-во «ГранДан». – 1996. – С. 43-56.

57.Ковальчук І.П., Курганевич Л.П. Гідроекологічний стан поверхневих вод річкових систем верхньої частини басейну Західного Бугу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2003. – Т. 5. – С. 240-248.

58.Ковальчук І.П., Курганевич Л.П. Трансформація структури річкової сітки басейну Західного Бугу як показник його екологічного стану // Матеріали міжнародної конференції "Єврорегіон Буг: проблеми транскордонного співробітництва". – К.: Вид-во МОУ. – 1995. – С. 148-149.

- 59.Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. – Львів. – 1997. – 440 с.
- 60.Ковальчук І.П., Холодько Л.П. Річкова система Західного Бугу: особливості будови, структурна організація, тенденції зміни стану в ХХ ст. // Геогр. аспекти природопользования Волини. Луцк, 1990. – С. 51-54.
- 61.Ковальчук І.П., Хільчевський В.К. Гідроекологічні проблеми Поліського регіону // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2003. – Т.5.– С. 179-194.
- 62.Ковальчук И.П., Штойко П.И. Речные системы Западного Подолья: методика виявлення масштабів и причин многолетних изменений их структуры и экологического состояния // Геоморфология.– 1989. – №4. – С. 27-34.
- 63.Колесник И.А. Состояние химического загрязнения рек Украины и его динамика во второй половине ХХ столетия // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2002. – Т. 1. – С. 72-77.
- 64.Колісник І.А., Косовець О.О., Радзівєвська Н.Г. Сучасний стан забруднення поверхневих вод України за даними спостереження Гідрометслужби за період 1992-2003 рр. // Тези доповідей Другої Всеукр. наукової конференції “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”. – К.: – 2003. – С. 24-25.
- 65.Контроль і моніторинг природного середовища в Україні та Польщі.– Варшава, 1994. – 99 с.
- 66.Косовець О.О. Сучасний стан моніторингу природних вод в національній гідрометслужбі України // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2002. – Т. 3. – С. 14-24.
- 67.Кукурудза С.І. Гідроекологічні проблеми суходолу. – Львів: Світ, 1999.– 232 с.
- 68.Кукурудза С.І., Гумницька Н.О., Нижник М.С. та ін. Моніторинг природних комплексів. – Львів, 1995. – 386 с.
- 69.Курганевич Л.П. Еколого-геоморфологічний аналіз басейну Західного Бугу: Автореф. дис. ... к. геогр. н. 11.00.04 / Львівський національний ун-т імені Івана Франка – Л., 2001. – 21 с.
- 70.Курганевич Л.П. Структура транскордонної річкової системи Західного Бугу та її багаторічна динаміка // Вісник Львів. ун-ту. Сер. географ.– 1997. – Вип. 20. – С. 41-45.
- 71.Курганевич Л.П. Типізація русел верхньої частини Західного Бугу та його приток // Вісник Львів. ун-ту. Сер. географ. – 1998. – Вип. 21. – С. 133-136.
- 72.Лук'янець О.І., Сусідко М.М. Річки правобережжя Прип'яті в періоди високої водності: повторюваність дощових паводків та особливості гідрологічного режиму // Труды УкрНИГМИ, 1999 – Вип. 247. – С. 136-143.

73. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 323 с.

74. Луцишин Н.П., Луцишин П.В. Еколого-господарська ситуація на території Єврорегіону “Буг” // Науковий вісник ВДУ ім. Лесі Українки. Географічні науки. – № 2. – 2001. – С. 116–119.

75. Луцишин П.В. Природно-ресурсний потенціал Волинської області // Природопользование в Волинской области. – Луцк: Волин. отдел ГО УССР, 1990. – С. 4-50.

76. Львовско-Волинский каменноугольный бассейн: геолого-промышленный очерк / Гол. ред. М.И. Струев. – К.: Наук. думка, 1984. – 232 с.

77. Мазуркевич О., Колодяжний О., Білокінь В., Полетто Д. Пілотна інформаційна система управління навколишнім середовищем басейну Дніпра в межах України // Стан екологічного менеджменту Дніпра. – Тези міжнародної конференції. К., 2000. – 26 с.

78. Малі річки України: Довідник / Під ред. А.В. Яцика. – К.: – 1991. – 296 с.

79. Маринич А.М. Українське Полісся. – К.: Радянська школа. 1962. – 163 с.

80. Мовчан К.Л., Самойленко В.М. Використання води і характеристика джерел забруднення в басейнах транскордонних річок Західної України // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2002. – Т. 4. – С. 137-140.

81. Мольчак Я.О., Ільїн Л.В. Озерні ресурси Волині // Український географічний журнал, 1994. – № 4. – С. 45-50.

82. Мольчак Я.О., Клімчук Б.П., Тарасюк Ф.П., Тарасюк Н.А. Клімат Шацького національного парку. – Луцк: Вид-во при ВДУ “Вежа”. – 1995. – 146 с.

83. Мольчак Я.О., Мігас Р.В. Річки Волині. – Луцк. – 1999. – 176 с.

84. Мольчак Я.О., Тарасюк Ф.П. Шацькі озера // Український географічний журнал, 1993. – № 4. – С. 42-45.

85. Нариси про природу і сільське господарство Українського Полісся. – К.: Вид-во Київ. ун-ту, 1955. – 531 с.

86. Никаноров А.М., Никульченко Н.Н., Циркунов В.В. К вопросу о законах распределения гидрохимических показателей // Гидрохим. материалы. 1983. Т. 66. – С. 131-137.

87. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 351 с.

88. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – Главное управление по охране и воспроизводству рыбных запасов и регулирования рыболовства. – Москва. – 1990. – 25 с.

89. Окслюк О.П., Ляшенко А.В., Белоконь В.М. и др. Характеристика качества воды р. Тисы и ее притоков // Гидробиологический журнал, 1995. Т. 31, № 5. – С. 45-58.
90. Окслюк О.П., Тимченко В.М., Дьяченко Т.Н. Опыт экологической оценки качества воды р. Западный Буг // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2002. – Т. 4. – С. 152-155.
91. Осадча Н.М., Осадчий В.І. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод України у 2000 році // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. – Т. 2. – С. 379-388.
92. Осадча Н.М., Осадчий В.І. Оцінка умов формування величини рН водних екосистем Дніпра, Дунаю, Західного Бугу // Тези доповідей Другої Всеукраїнської наукової конференції “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”. К.: – 2003. – С. 98-100.
93. Осадчий В.І. Використання методів експериментальної гідрохімії і геоінформаційних технологій для оцінки стану та прогнозування якості поверхневих вод // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. – Т. 2. – С. 110-120.
94. Осадчий В.І. Использование информационных технологий для оценки состояния и прогнозирования качества поверхностных вод Украины // Матеріали науково-практичних конференцій Міжнародного водного форуму “Аква-Україна – 2003”. – Київ. – 2003. – С. 34-36.
95. Осадчий В.І., Манченко А.П. Комп’ютерна інформаційно-аналітична база даних “Хімічний склад та якість поверхневих вод басейну Дніпра” // Стан екологічного менеджменту Дніпра. – Тези міжнародної конференції. – К., 2000. – С. 34-40.
96. Осадчий В.І. Основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр. // Труды УкрНИГМИ, 2001. – Вып. 48. – С. 138-153.
97. Г.В. Павленко, С.П. Шендрик. О прогнозировании объема и максимального расхода воды весеннего половодья р. Буг у г. Каменки-Бугской // Труды УкрНИГМИ, 1972. – Вып. 215. – С. 119-125.
98. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 392 с.
99. Пелешенко В.І. Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод на примере равнинной части Украины. – Киев: Выща школа., 1975. – 168 с.
100. Пелешенко В.І., Хильчевський В.К. Загальна гідрохімія. – К.: Либідь, 1997. – 384 с.
101. Підліснюк В., Алієв К., Стефанівська Т. Україна та Рамкова Водна Директива ЄС. – К.: Видав. Дім “КМ Академія”, 2002. – 43 с.
102. Порядок організації та здійснення моніторингу якості вод у системі Держводгоспу України. ВНД 33 – 5.5 – 10 – 2002. /

В.К. Хільчевський, В.М. Савицький, М.Р. 'Забокрицька та ін. – К.: Держводгосп України, 2001. – 27 с.

103. Почвы Украинского Полесья // Природа Украинской ССР: Почвы. – К.: Наукова думка, 1986. – С. 73-88.

104. Природа Волынского Полесья: охрана и рациональное использование. – Львов.: изд-во при Львов. ун-те «Выща школа», 1986. – 67 с.

105. Природопользование в Волынской области: Сб. науч. трудов / Под ред. П.В. Луцишина, Я.А. Мольчака. – Луцк: Волын. отдел ГО УССР, 1990. – 165 с.

106. Программа TACIS по развитию трансграничного сотрудничества по реке Буг в Беларуси // Инвентаризационный отчет – Грабанов, 2001. – 85 с.

107. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 р. // Екологія і закон: Екологічне законодавство України. – К., 1997. – С. 14-51

108. Ревера О.З. Гидрология Западного Полесья и Волынской возвышенности: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – К., 1959. – 23 с.

109. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.1. Западная Украина и Молдавия / Под ред.: М.С. Каганера. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 884 с.

110. Романенко В.Д. Экологическая оценка качества вод при их трансграничном диагностическом анализе // Гидробиологический журнал, 1990, Т. 35, № 1. – С. 53-56.

111. В.Д. Романенко, В.Н. Жукинский. Актуальные проблемы и достижения украинской гидроэкологии в области экологической оценки состояния поверхностных водных объектов // Гидробиол. журн. – 2003. –39, № 1.– С. 3-20.

112. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П., Яцик А.В., Чернявська А.П., Васенко О.Г., Верниченко Г.А., Лаврик В.І., Гриб Й.В. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К., 1998. – 28 с.

113. Руденко Л.Г., Разов В.П., Жукинський В.М., Оксіюк О.П., Гриб Й.В., Чернявська А.П., Васенко О.Г., Верниченко Г.А. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води. – К., 1998. – 48с.

114. Руденко Ф.А. Гидрогеология Украинской ССР. – К.: Вища школа. – 1972. – 176 с.

115. Руководство по контролю качества водных ресурсов в системе Госводхоза Украины. – К.: ТВиСМ, 1994. – 107 с.

116. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под. ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 532 с.



117.Савицький В.М., Маринич В.В., Косматий В.Є. Стік загального заліза та його динаміка в річкових водах басейну Дніпра // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2004. – Т. 6. – С. 179-189.

118.Серия публикаций по водным проблемам № 1. Охрана водных ресурсов и экосистем (ECE/ENVWA/31). Европейская экономическая комиссия ООН. Нью-Йорк, Женева, 1993. – 119 с.

119.Сніжко С.І., Боднарчук Т.В. Репрезентативність показників якості води, як індикаторів забруднення // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. – Т. 2. – С. 521-529.

120.Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с.

121.Сніжко С.І., Серета К.А. Характеристика стану досліджень та вмісту біогенних речовин у воді річок України // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. – Т. 2. – С. 511-521.

122.Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с.

123.Тарасюк Ф.П., Тарасюк Н.А. Антропогенные изменения ландшафтов Волынской области // Повышение эффективности функционирования хозяйственного комплекса Волынской области / Под ред. П.В. Луцишина, В.И. Павлова. – Луцк.: Волын. отдел ГО УССР, 1988. – Ч.1.– С. 72-81.

124.Тутковский П.А. Геологический очерк Ковельского и Владимир-Волынского уездов Волынской губернии // Предварительный отчет Волынского земского собрания. – Житомир, 1916.

125.Тутковский П.А. Озеро Свитязь и народное предания о нем // Киевская старина. – 1901. – Т. 72. – Вып. 3. – С. 144-150.

126.Физико-географическое районирование Украинской ССР. – Киев: Изд-во Киев. ун-та. – 1968. – 683 с.

127.Я.А. Фоменко, И.И. Волошин. Максимальный сток весеннего половодья в бассейне Западного Буга // Труды УкрНИГМИ, 1976. – Вып. 149.– С. 58-77.

128.Хільчевський В.К., Забокрицька М.Р., Осадчий В.І. Характеристика гідрохімічного режиму та стоку хімічних речовин річок басейну Західного Бугу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2004. – Т. 6. – С. 159-172.

129.Хільчевський В.К., Забокрицька М.Р. Про вплив м Львова на стік хімічних речовин та якість поверхневих вод Західного Бугу // Матеріали наук.-практ. конференції II Міжнародного Водного Форуму “АКВА-Україна– 2004”. – К.: 2004. – С. 101-103.

130.Хільчевський В.К. Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра. – К.: ВПЦ “Київ. університет”, 1996. – 222 с.

131.Хільчевський В.К., Савицький В.М., Манукало В.О. та ін. Про державний моніторинг якості річкових вод басейну Тиси в паводковий

період // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. – Т. 2. – С. 552-561.

132. Хільчевський В.К., Чеботько К.А. Оценка эколого-гидрохимического состояния природных вод Украины // Водные ресурсы. – 1994. – Т. 21. – №2 – С. 182-188.

133. Холодько Л.П. Особливості будови і трансформації малих річок басейну Західного Бугу // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. – 1994. – Вип. 19. – С. 170-173.

134. Цыганков Н. Центр подготовки и реализации инвестиционных проектов Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Беларуси и возможности сотрудничества // Стан екологічного менеджменту Дніпра. – Тези міжнародної конференції. К., 2000. – С. 11-17.

135. Чиста вода – чисте довкілля. Шляхи інтеграції України до Європейського Союзу. – К.: Артек, 2001. – 32 с.

136. Чорний В.М. Аналіз енергопотенціалу Добротвірського гідровузла на р. Західний Буг // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2003. – Т. 5. – С. 50-56.

137. Швець Г.І. Характеристики водності річок України. – К.: Наук. думка, 1964. – 192 с.

138. Яцик А.В. Екологічна безпека в Україні. – К.: Генеза, 2001. – 216 с.

139. Яцик А.В., Чернявська А.П., Гопчак В.С. Екологічна оцінка поверхневих вод Волинська області // Тези доповідей Другої Всеукраїнської наукової конференції “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”. К.: 2003. – С. 119-120.

140. Яцюк М.В. Оцінка, прогнозування та оптимізація гідрохімічного режиму в умовах техногенезу (на прикладі басейну р. Самари): Автореф. дис. ... к. геогр. н. 11.00.07 / Київський національний університет імені Тараса Шевченка – К., 2001 – 19 с.

141. Amended proposal for Council Directive establishing a framework for Community water policy. – Brussels, 09.06.1998. – P. 88.

142. Barica J. Cleanup of the Great Lakes: thirty years of Canada – U.S. experience // Стан екологічного менеджменту Дніпра. – Тези міжнародної конференції. К., 2000. – С. 3.

143. Bug and Latorica-Uzh Transboundary Water Quality Monitoring and Assessment / 1997 TACIS CBC. – Kyiv, 2001. – 167 p.

144. Charakterystyka wod granicznego odcinka rzeki Bug w latach 1990-1996. – Chelm: Biblioteka Monitoringu Srodowiska, 1997. – 68 s.

145. Commission proposal a Council Directive establishing a framework for European Community water policy (Consultation draft Explanatory memorandum, 4.12.96).

146. Czubla P., Woloszyn W., Wojciechowski K. Problemy jakosci wod

Bugu na odcinku Granicznym // Edukacja ekologiczna i ochrona srodowiska na pograniczach. – Lublin, 1993. – S. 49–57.

147. 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, 22.12.2000. L. 327/1. – 118 p.

148. Gumnicka N. Monitoring geosystemow – aspekty współpracy międzynarodowej // Edukacja ekologiczna i ochrona srodowiska na pograniczach. – Lublin. – 1993. – S. 89–92.

149. Heathcote I. Multi-lateral environmental management in the Great Lakes basin // Стан екологічного менеджменту Дніпра. – Тези міжнародної конференції. К., 2000.

150. Kowalczyk I., Malsky M., Szabliij O. Sytuacja geoekologiczna dorzecza Bugu Zachodniego oraz sposoby jej poprawy // Edukacja ekologiczna i ochrona Srodowiska na pograniczach. Pod red. K.H. Wojciechowskiego. – Lublin, Pektor. – 1993. – S. 41–48.

151. Kozłowski S. Problemy międzynarodowej współpracy w zakresie ochrony srodowiska na pograniczu polsko-ukrainskim // Edukacja ekologiczna i ochrona srodowiska na pograniczach. – Lublin, 1993. – S. 11–13.

152. Kukurudza S., Mucha B. Organizacja monitoringu na obszarach granicznych z Polska // Edukacja ekologiczna i ochrona srodowiska na pograniczach. – Lublin, 1993. – S. 93–98.

153. Locafelli L. Training of Ukrainian environmental entrepreneurs // Стан екологічного менеджменту Дніпра. – Тези міжнародної конференції. К., 2000. – с. 6.

154. Niznik M. Ekologiczne problemy zachodnich przygranicznych ziem Ukrainy // Edukacja ekologiczna i ochrona srodowiska na pograniczach. – Lublin, 1993. – S. 37–40.

155. Poletto D. Effective information management system // Стан екологічного менеджменту Дніпра. – Тези міжнародної конференції. К., 2000. – С. 4.

156. Program regionalnego monitoringu wod powierzchniowych dla zlewni wybranej rzeki. – Zamosc: Biblioteka Monitoringu Srodowiska. 1996. – 71 s.

157. Szabliij O., Kowalczyk I., Malskyj M. Sytuacja geoekologiczna w dorzeczu Bugu zahodniego oraz sposoby jej poprawy // Edukacja ekologiczna i ochrona srodowiska na pograniczach. – Lublin, 1993. – S. 41–48.

158. T.J. Lack, S. Nixon, J. Grath, J. Bogestrand. The European Environment Agency's monitoring and information network for inland water resources // Technical guidelines for implementation, Report No: PO31/98/1– June, 1998.

159. Wojtanowicz J. Problemy ekologiczne w obszarach przygranicznych // Edukacja ekologiczna i ochrona środowiska na pograniczach. – Lublin, 1993. – S. 19–24.

## **ДОДАТКИ**

Додаток 1. Середньорічні значення блокових ( $I_1, I_2, I_3$ ) та інтегрального екологічного ( $I_E$ ) індексу якості води р. Західний Буг – м. Буськ, 1989-2003 рр.

Роки	р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км вище міста							р. Західний Буг – м. Буськ, 1 км нижче міста						
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості
1989	2,4	4,0	4,6	3,3	II (3)	добрі	досить чисті	3,0	4,9	5,0	4,3	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1990	2,0	4,3	3,3	3,2	II (3)	добрі	досить чисті	2,6	5,4	4,0	4,0	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1991	1,6	4,1	-	2,8	II (3)	добрі	досить чисті	2,3	4,5	-	3,4	II (3)	добрі	досить чисті
1992	2,0	4,4	5,0	3,8	III (4)	задовільні	слабо забруднені	2,6	4,8	5,0	4,1	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1993	1,6	4,1	6,0	3,9	III (4)	задовільні	слабо забруднені	2,6	4,5	6,0	4,3	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1994	1,3	3,7	5,0	3,3	II (3)	добрі	досить чисті	2,0	4,5	5,0	3,8	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1995	2,0	3,7	3,0	2,9	II (3)	добрі	досить чисті	2,0	4,7	4,0	3,5	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	2,0	4,0	2,0	2,6	II (3)	добрі	досить чисті	2,3	4,8	3,0	3,3	II (3)	добрі	досить чисті
1998	1,3	3,5	-	2,4	II (2)	дуже добрі	чисті	1,3	4,5	-	2,9	II (3)	добрі	досить чисті
1999	1,3	3,6	6,0	3,6	III (4)	задовільні	слабо забруднені	1,6	3,8	6,0	3,8	III (4)	задовільні	слабо забруднені
2000	1,0	3,6	-	2,3	II (2)	дуже добрі	чисті	2,3	5,1	-	3,7	III (4)	задовільні	слабо забруднені
2001	2,0	4,6	-	2,3	II (3)	добрі	досить чисті	2,6	4,6	-	3,6	III (4)	задовільні	слабо забруднені
2002	1,3	4,1	3,0	2,8	II (3)	добрі	досить чисті	2,3	4,8	3,0	3,3	II (3)	добрі	досить чисті
2003	1,7	4,5	4,0	3,4	II (3)	добрі	досить чисті	2,0	4,9	4,0	3,6	III (4)	задовільні	слабо забруднені

Додаток 2. Середньорічні значення блокових ( $I_1, I_2, I_3$ ) та інтегрального екологічного ( $I_{\Sigma}$ ) індексів якості води р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1989-2003рр.

Роки	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км вище міста							р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька, 1 км нижче міста						
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_{\Sigma}$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_{\Sigma}$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості
1989	3,0	5,1	4,6	4,2	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	3,0	4,8	4,6	4,1	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1990	2,3	5,1	3,6	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,6	5,1	4,0	3,9	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1991	2,0	5,0	-	3,5	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,0	5,3	-	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1992	2,3	4,6	5,0	3,9	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,6	4,8	5,0	4,1	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1993	2,3	4,7	5,0	4,0	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,3	4,8	6,0	4,3	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1994	2,0	4,8	4,0	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,0	4,8	4,0	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1995	2,3	4,1	4,0	3,4	II (3)	добрі	досить чисті	2,3	4,3	4,0	3,5	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1996	2,0	4,7	3,0	3,2	II (3)	добрі	досить чисті	2,0	4,8	4,0	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1997	2,3	4,5	3,0	3,2	II (3)	добрі	досить чисті	2,3	4,3	3,0	3,2	II (3)	добрі	досить чисті
1998	1,6	3,6	-	2,6	II (3)	добрі	досить чисті	2,0	3,6	-	2,8	II (3)	добрі	досить чисті
1999	1,6	4,3	3,0	2,9	II (3)	добрі	досить чисті	1,6	4,6	6,0	4,0	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2000	2,0	4,8	-	3,4	II (3)	добрі	досить чисті	2,0	5,1	-	3,5	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2001	2,3	4,6	5,5	4,1	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,6	4,9	5,0	4,1	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2002	1,3	4,1	3,0	2,8	II (3)	добрі	досить чисті	2,3	6,1	4,0	4,1	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2003	2,0	4,7	4,0	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруд.	2,0	4,8	5,0	3,9	Ш (4)	задовільні	слабо забрудн.

Додаток 3. Середньорічні значення блокових ( $I_1, I_2, I_3$ ) та інтегрального екологічного ( $I_E$ ) індекси якості води р. Західний Буг – м. Сокаль, 1989-2003 рр.

Роки	р. Західний Буг – м. Сокаль, 0.5 км вище міста							р. Західний Буг – м. Сокаль, 2 км нижче міста						
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості
1989	2,6	4,3	4,0	3,6	III (4)	задовільні	слабо забруднені	3,0	3,9	3,8	3,5	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	2,0	4,0	4,7	3,5	III (4)	задовільні	слабо забруднені	2,3	4,2	5,2	3,9	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1992	2,6	3,8	4,2	3,5	III (4)	задовільні	слабо забруднені	3,3	4,2	4,2	3,9	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1993	2,6	4,1	5,4	4,0	III (4)	задовільні	слабо забруднені	3,0	4,3	4,8	4,0	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1994	2,0	3,1	4,2	3,1	II (3)	добрі	досить чисті	2,3	3,6	4,6	3,5	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1995	1,6	3,8	4,2	3,2	II (3)	добрі	досить чисті	2,6	4,3	4,2	3,7	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1996	2,3	3,2	3,8	3,1	II (3)	добрі	досить чисті	2,3	3,6	4,8	3,5	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1997	2,3	4,1	4,4	3,6	III (4)	задовільні	слабо забруднені	2,3	4,2	4,8	3,7	III (4)	задовільні	слабо забруднені
1998	1,6	3,4	4,6	3,2	II (3)	добрі	досить чисті	1,6	3,1	5,0	3,2	II (3)	добрі	досить чисті
1999	1,6	3,2	4,6	3,1	II (3)	добрі	досить чисті	1,6	3,3	4,6	3,1	II (3)	добрі	досить чисті
2000	1,6	4,1	4,0	3,2	II (3)	добрі	досить чисті	1,6	4,1	4,0	3,2	II (3)	добрі	досить чисті
2001	2,3	3,7	4,0	3,3	II (3)	добрі	досить чисті	2,3	3,8	3,5	3,2	II (3)	добрі	досить чисті
2002	2,3	3,6	2,7	2,8	II (3)	добрі	досить чисті	2,3	4,2	3,4	3,3	II (3)	добрі	досить чисті
2003	1,7	3,9	3,2	2,6	II (3)	добрі	досить чисті	1,7	4,2	3,4	3,1	II (3)	добрі	досить чисті



Додаток 4. Середньорічні значення блокових ( $I_1, I_2, I_3$ ) та інтегрального екологічного ( $I_{\Sigma}$ ) індексу якості води р. Західний Буг, 1989-2003 рр.

Роки	п. Західний Буг – м. Устиплуг							р. Західний Буг – с. Ягодин						
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_{\Sigma}$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_{\Sigma}$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості
1989	3,0	4,1	5,0	4,0	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,7	4,1	4,6	3,8	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1990	3,0	3,4	6,2	4,2	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	3,0	3,8	6,2	4,3	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1991	3,0	4,5	6,0	4,5	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	-	-	-	-	-	-	-
1992	3,0	4,6	5,0	4,2	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,4	4,0	6,7	4,3	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1993	2,7	3,8	4,8	3,7	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,7	4,1	5,0	3,9	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1994	3,5	4,1	4,2	3,9	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,4	4,2	3,5	3,3	II (3)	добрі	досить чисті
1995	2,0	4,0	3,4	3,1	II (3)	добрі	досить чисті	2,0	4,3	3,0	3,1	II (3)	добрі	досить чисті
1996	2,3	3,5	4,0	3,2	II (3)	добрі	досить чисті	2,4	4,2	4,0	3,5	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1997	2,3	4,6	3,5	3,4	II (3)	добрі	досить чисті	2,4	4,1	4,0	3,5	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1998	2,6	4,0	6,5	4,3	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	3,0	4,5	5,5	4,3	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1999	2,3	4,1	4,6	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,0	4,0	4,5	3,5	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2000	1,6	4,2	4,0	3,2	II (3)	добрі	досить чисті	2,0	3,6	3,8	3,1	II (3)	добрі	досить чисті
2001	2,3	3,8	3,7	3,2	II (3)	добрі	досить чисті	2,4	4,0	4,4	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2002	2,0	4,3	5,0	3,7	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,0	4,2	5,0	3,7	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2003	2,0	4,0	5,0	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,1	4,0	5,0	3,7	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені

Додаток 5. Середньорічні значення блокових ( $I_1, I_2, I_3, I_4$ ) та інтегрального екологічного ( $I_E$ ) індексу якості води р. Полтва, 1989-2003 рр.

Роки	р. Полтва – м. Львів (3,5 км нижче міста)							р. Полтва – м. Буськ (в межах міста)						
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості
1989	1,0	5,7	6,4	4,3	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	4,0	6,0	5,5	5,1	Ш (5)	посередні	помірно забруднені
1990	1,0	6,2	6,5	4,5	Ш (5)	посередні	помірно забруднені	3,3	5,8	5,8	4,9	Ш (5)	посередні	помірно забруднені
1991	4,6	6,2	-	5,4	Ш (5)	посередні	помірно забруднені	3,6	6,1	5,0	4,9	Ш (5)	посередні	помірно забруднені
1992	4,0	6,5	6,0	5,5	IV (6)	погані	брудні	3,0	5,7	4,2	4,3	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1993	3,6	6,5	7,0	5,7	IV (6)	погані	брудні	3,6	6,0	5,6	3,2	II (3)	добрі	досить чисті
1994	2,6	5,8	6,0	4,8	Ш (5)	посередні	помірно забруднені	2,0	5,6	5,0	4,2	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1995	2,6	5,8	4,7	4,3	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,3	5,5	4,0	3,9	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1996	3,0	5,6	5,0	4,5	Ш (5)	посередні	помірно забруднені	-	-	-	-	-	-	-
1997	2,0	4,9	5,0	3,9	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,0	5,7	4,0	3,9	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1998	2,3	5,6	4,0	3,9	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,0	5,1	-	3,5	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
1999	2,3	5,2	4,2	3,9	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	1,6	4,4	5,0	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2000	2,6	6,1	4,2	4,3	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,6	5,0	5,0	4,2	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2001	3,3	5,8	4,2	4,4	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені	2,6	4,7	-	3,6	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2002	3,3	6,7	5,0	5,0	Ш (5)	посередні	помірно забруднені	2,3	5,1	5,0	4,1	Ш (4)	задовільні	слабо забруднені
2003	2,7	5,7	4,3	4,2	Ш (4)	задовільні	слабо забруд.	2,3	4,7	4,0	3,7	Ш (4)	задовільні	слабо забруд.

**Додаток 6. Середньорічні значення блокових ( $I_1, I_2, I_3$ ) та інтегрального екологічного ( $I_E$ ) індексів якості води р. Рата – с. Межкріччя, 1989-2003 рр.**

Роки	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості
1989	1,3	3,4	3,5	2,7	П (3)	добрі	досить чисті
1990	1,6	3,6	3,5	2,9	П (3)	добрі	досить чисті
1991	1,6	3,0	3,5	2,7	П (3)	добрі	досить чисті
1992	1,6	3,3	3,6	2,8	П (3)	добрі	досить чисті
1993	1,6	2,9	4,5	3,0	П (3)	добрі	досить чисті
1994	1,6	2,6	3,3	2,5	П (3)	добрі	досить чисті
1995	1,6	3,2	2,7	2,5	П (3)	добрі	досить чисті
1996	1,3	2,2	2,7	2,0	П (2)	дуже добрі	чисті
1997	2,3	3,1	2,7	2,7	П (3)	добрі	досить чисті
1998	1,6	3,0	1,6	2,0	П (2)	дуже добрі	чисті
1999	1,3	2,8	3,0	2,3	П (2)	дуже добрі	чисті
2000	1,3	3,1	3,2	2,5	П (3)	добрі	досить чисті
2001	1,6	3,2	2,6	2,4	П (2)	дуже добрі	чисті
2002	1,3	2,9	2,5	2,2	П (2)	дуже добрі	чисті
2003	1,3	2,9	2,7	2,3	П (2)	дуже добрі	чисті

Додаток 7. Середньорічні значення блокових ( $I_1, I_2, I_3$ ) та інтегрального екологічного ( $I_E$ ) індексу якості води р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1989-2003 рр.

Роки	р. Луга – м. Володимир-Волинський, 1 км вище міст							р. Луга – м. Володимир-Волинський, 3 км нижче міст						
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	Клас (категорія) якості вод	Назва категорії якості вод за їх станом	Назва категорії якості вод за ступенем забрудненості
1989	1,0	2,9	3,0	2,3	II (2)	дуже добрі	чисті	1,3	3,3	4,3	2,9	II (3)	добрі	досить чисті
1990	1,0	2,9	4,1	2,6	II (3)	добрі	досить чисті	1,6	3,3	5,2	3,3	II (3)	добрі	досить чисті
1991	1,0	3,0	4,5	2,8	II (3)	добрі	досить чисті	1,6	3,4	4,5	3,1	II (3)	добрі	досить чисті
1992	2,0	3,6	4,0	3,2	II (3)	добрі	досить чисті	2,0	3,6	4,2	3,2	II (3)	добрі	досить чисті
1993	1,0	3,0	4,6	2,8	II (3)	добрі	досить чисті	1,0	3,4	4,6	3,0	II (3)	добрі	досить чисті
1994	1,0	3,1	4,2	2,7	II (3)	добрі	досить чисті	1,0	3,4	4,6	3,0	II (3)	добрі	досить чисті
1995	1,3	3,4	3,8	2,8	II (3)	добрі	досить чисті	1,3	3,3	3,8	2,8	II (3)	добрі	досить чисті
1996	1,0	3,0	4,0	2,6	II (3)	добрі	досить чисті	1,0	3,4	4,4	2,9	II (3)	добрі	досить чисті
1997	1,0	3,5	4,4	2,9	II (3)	добрі	досить чисті	1,0	3,7	4,4	3,0	II (3)	добрі	досить чисті
1998	1,3	2,9	4,3	2,8	II (3)	добрі	досить чисті	1,3	3,3	4,0	2,8	II (3)	добрі	досить чисті
1999	1,0	2,6	3,5	2,3	II (2)	дуже добрі	чисті	1,0	3,0	4,2	2,7	II (3)	добрі	досить чисті
2000	1,0	3,6	2,5	2,3	II (2)	дуже добрі	чисті	1,0	3,6	2,5	2,3	II (2)	дуже добрі	чисті
2001	1,0	2,4	3,4	2,2	II (2)	дуже добрі	чисті	1,0	2,6	3,4	2,3	II (2)	дуже добрі	чисті
2002	1,3	2,7	2,8	2,2	II (2)	дуже добрі	чисті	1,3	3,1	4,0	2,8	II (3)	добрі	досить чисті
2003	1,3	3,2	3,0	2,5	II (3)	добрі	досить чисті	1,3	3,3	3,2	2,6	II (3)	добрі	досить чисті

**ADNOTACJA PO POLSKU**  
**АНОТАЦІЯ ПОЛЬСЬКОЮ МОВОЮ**

## HIDROEKOLOGICZNY STAN TRANSGRANICZNEGO DORZECZA BUGU NA OBSZARZE UKRAINY

W piątej Uchwale Europejskiej Konferencji Ministrów Ochrony Środowiska Naturalnego "Środowisko naturalne dla Europy" (m. Kijów, 2003 rok) wśród szeregu poruszanych ekologicznych kwestii szczególną uwagę zwraca się na rozwiązanie problemów związanych z ochroną wód, które skierowane są na udoskonalenie zarządzania, wykorzystanie i ochronę wodnych zasobów rzek transgranicznych. W tym sensie rzeka Bug, z wodnych zasobów której korzystają nie tylko Ukraina, ale Polska i Białoruś, ma szczególne położenie geograficzne, gdyż powierzchniowy spływ z 1,7 % terytorium Ukrainy przez r. Wisła skierowany jest do morza Bałtyckiego. Ogólnie rzecz biorąc, dopływ wody do morza Bałtyckiego z terytorium naszego państwa nie przekracza 3 %.

Formowanie zasobów wodnych rzeki transgranicznej zaczyna się na obszarze ukraińskiej (górej) części dorzecza Bugu – w obwodzie Lwowskim. Później, na odcinku 184,8 km rzeka stanowi naturalną granicę narodową pomiędzy Ukrainą (obwód Wołyński), a Polską, a na odcinku 178,2 km pomiędzy Polską a Białorusią. Duże antropogeniczne obciążenie na ekosystem rzeki na obszarze ukraińskim doprowadzi do całego kompleksu negatywnych procesów. Dla rządów ochrony środowiska ościennej Polski, gdzie Bug wpływa do Zegrzyńskiego zbiornika wodnego, który jest zasadniczym źródłem pitnej wody dla Warszawy, stan jakościowy rzeki jest problemem priorytetowym. Z czego wynika, że zagadnienia hydroekologiczne, które mogą powstawać na obszarze ukraińskiej części dorzecza, są tak ważne nie tylko dla naszego państwa.

Z tego powodu, dla rozwiązania pewnych problemów niezbędne będzie przeprowadzenie badań i uświadomienie tych problemów. Z naszego punktu widzenia, nie patrząc na cały szereg publikacji w wydawnictwach naukowych, na dzień dzisiejszy nie ma podejścia uogólniającego problemy hydroekologii dotyczącego ukraińskiej części dorzecza Bugu. W niniejszej pracy zrobiono próbę wypełnić niniejszą lukę, zwłaszcza z zakresu, zasad formowania składu chemicznego wody, hydrochemicznego, oraz ścieków substancji chemicznych, oceny jakości wód i uzgodnienie monitoringu wód rzecznych dorzecza.

Monografia jest rezultatem współpracy naukowców Oddziału Hydrochemicznego Ukraińskiego Naukowego Badawczego Instytutu Hydrometeorologicznego (doktora nauk geograficznych M.R. Zabokryckiej, jej praca doktorska poświęcona jest dorzeczcu Bugu oraz A.P.Manczenka) i Katedry Hydrologii i Hydroekologii wydziału geograficznego Kijowskiego Narodowego Uniwersytetu im. Tarasa Szewczenki (kierownika katedry, doktora nauk geograficznych, profesora W.K.Chilczewskiego). Autorzy

szczególne podziękowania składają dyrektorowi Ukraińskiego Naukowego Badawczego Instytutu Hydrometeorologicznego W.I. Osadczego za prace koordynatorską w przeprowadzaniu badań oraz wsparcie w wydaniu monografii.

**Pierwszy rozdział** "STAN ZNAJOMOŚCI NAUKOWEJ DORZECZA BUGU. METODYKA BADAŃ". Analiza źródeł literatury z poprzednich badań dorzecza Bugu wykazała, że badanie ukraińskiej części dorzecza przebiegało według trzech zasadniczych kierunków: warunki naturalne oraz naturalno-zasobowy potencjał, hydrologiczna specyfika i chemiczny skład wody.

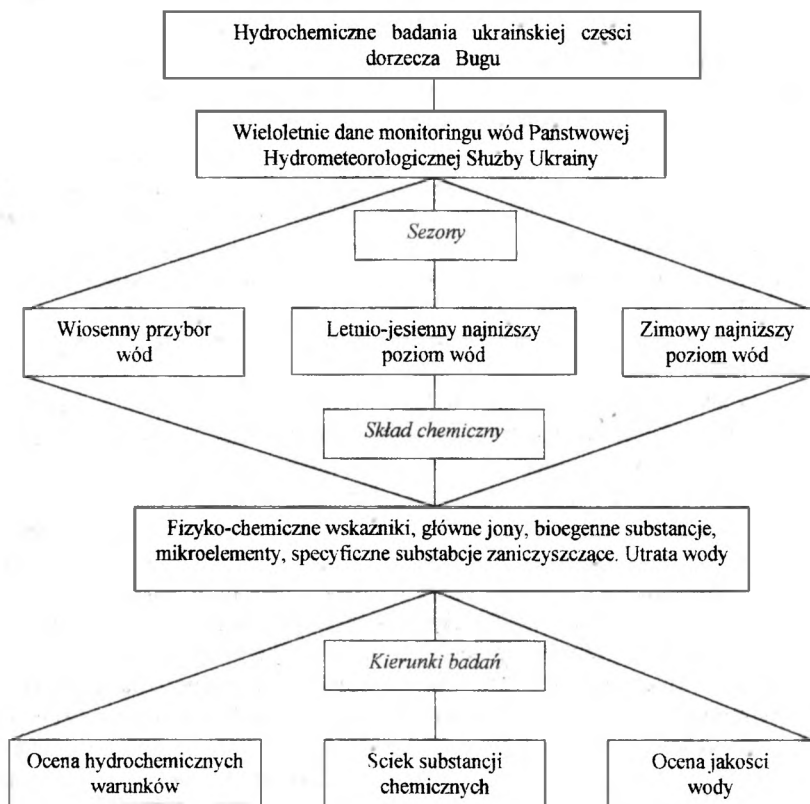
Charakterystyka warunków naturalnych obszarów Lwowskiego i Wołyńskiego obwodów z ich zmianami po wpływie antropogenicznym przedstawiona została w pracach O.M. Marynyca (1962); K.I. Herenczuka (1972, 1975); N.I. Karpenki (1990); Ja.O. Molczaka, L.W. Iljina (1994); B.P. Klimczuka, P.W. Łucyszyna, W.J. Łaznyka (1997); L.P. Kurhanewycz (2001); Je.A. Iwanowa (2001); P. Kłymowycza (2002).

Badaniom hydrologicznym poświęcone są publikacje P.F. Wiśniewskiego (1972); M.I. Drozda i K.A. Łysenki (1972); Ja.O. Fomenki oraz I.I. Wołoszyna (1976); W.I. Wiśniewskiego i O.O. Kosowca (2003), a także szereg prac, dotyczących badań struktury systemu rzeki górnej części dorzecza Bugu naukowców Lwowskiego Uniwersytetu Narodowego imienia Iwana Franki pod kierownictwem I.P. Kowalczuka (1990-2002).

Zagadnienia specyfiki hydrologicznej Bugu rozpatrzone zostały w pracach naukowców Kijowskiego Uniwersytetu Narodowego imienia Tarasa Szewczenki L.M. Goriewa, W.I. Peleszenki, W.K. Czilczewskiego (1995-1997); Ukraińskiego Państwowego Uniwersytetu Gospodarki Wodnej i Użytkowania Naturalnego M.O. Kłymenki, Je. O. Łycho, N.M. Wozniuk (2000); Ukraińskiego Naukowo-badawczego Instytutu Hydrometeorologicznego W.I. Osadczego i N.M. Osadczej (2000-2001). Lecz szczegółowa analiza naukowych publikacji kwestii hydrologicznych, napisanych przez różnych autorów do 2000 roku, mówi o ich powierzchowności i fragmentaryzmie. W wielu z nich Bug występuje w kontekście pobasenowych przeglądów, które dotyczą całego obszaru Ukrainy. Przy czym, absolutnie nie zbadano chemicznego składu wody i charakterystyki hydrologicznej Bugu i jego dopływów, ścieku substancji chemicznych z wodami Bugu z obszarów Ukrainy, sezonowej specyfiki formowania jakości wód dorzecza. Dlatego też, nasze siły zostały skierowane na szczegółowe badanie niniejszych kwestii oraz przedstawianie ich do wiadomości (jednoosobne publikacje M.P. Zabokryckiej oraz pracy w spółautorstwie). Stan działalności gospodarczej, użytkowanie i odprowadzanie wody w dorzeczu Bugu na obszarach ukraińskich są scharakteryzowane w pracach [30-31, 34, 127]. W pracach [27, 35, 126] dokonano oceny chemicznego składu wody i charakterystyki

hydrochemicznej trybu Bugu i jego dopływów zgodnie z fizykochemicznymi wskaźnikami wody, głównymi jonami, substancjami biochemicznymi, mikroelementami i specyficznymi substancjami zanieczyszczającymi, oraz ściek tych substancji z wodami rzek dorzecza Bugu z obszarów Ukrainy. Wyniki ekologicznej oceny jakości wód rzek dorzecza Bugu zgodnie z odpowiednimi kategoriami przedstawione są w pracach [28, 32-33]. Metodycznym aspektem narodowego i transgranicznego monitoringu rzecznych wód dorzecza są poświęcone prace [29, 32, 37].

Przez autorów został zaproponowany i zrealizowany metodyczny schemat kompleksu badań hydrochemicznych ukraińskiej części dorzecza Bugu (rys 1.1).



**Rys. 1.1. Schemat kompleksu hydrochemicznych badań ukraińskiej części dorzecza rzeki Bug**

Informacyjną podstawą wykonanych badań posłużyły wyniki, otrzymane przez Państwową Hydrometeorologiczną Służbę Ukrainy na bazie spostrzeżeń za stanem wód powierzchniowych w ciągu lat 1971-2003. Dla



scharakteryzowania i oceny hydrochemicznych charakterystyk rzeki Bug i jego dopływów wyznaczono było 14 punktów spostrzegania – nabieżników za chemicznym składem wód: 7 na rzece Bug, 7 na jej dopływach – rzekach Połtwa, Rata, Sołokia, Ługa. Dla obliczeń scieku substancji chemicznych z wodami Bugu na obrzarach Ukrainy został wyznaczony umowny obliczeniowy hydrologiczny nabieżnik na granicy Ukrainy a Polski i Białorusi. Dla oceny jakościowej wody na transgranicznym odcinku rzeki, wykorzystuje się dane hydrochemicznych spostrzeżeń, otrzymanych z transgranicznych punktów monitoringowych Państwowego Zarządu Zasobów Ekologicznych Ministerstwa Przyrody Ukrainy na obwodzie Wołyńskim (rys. 1.2 na str. 11; tab.1.1 na str. 12).

Opracowanie pierwotnych danych przeprowadzone było za pomocą stworzonego w oddziale hydrochemii UkrNDGMI systemu informacyjno-analitycznego (IAS) “Chemiczny skład i jakość powierzchniowych wód Ukrainy” (“Aqua Guard”) pod naukowym kierownictwem W.I. Osadczezo. W całym projekcie, wykorzystano około 300 tys. chemiko-analitycznych danych, które zostały opracowane przez metody matematycznej statystyki.

W **Drugim rozdziale** “CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW NATURALNYCH I DZIAŁALNOŚCI GOSPODARCZEJ W DORZECZU RZEKI BUG NA OBSZARACH UKRAINY” przeanalizowano warunki naturalne dorzecza Bugu, znajdujących się w dwu strefach fizyko-geograficznych: stepowo-lesnej i strefie lasów mieszanych (rys. 2.1 na str. 17; tab. 2.1. na str. 18).

Charakterystyczną specyfiką geologicznego budowy zbiornika wodnego (zlewni) Bugu są złogi, występujących wyżej, podstaw erozji skał karbonatowych górnej kredy, które charakteryzują się dużą ilością szczelin i skamieniałymi wapieniakami i margielami, na podstawie czego wyznacza formowanie solnego składu rzeki.

Ukształtowanie dorzecza charakteryzuje się zarówno przez wręby, powstałe na skutek erozji, oraz przez równinne i płasko-nizinne formy. Oprócz tego, na obszarach przypowierzchniowego występowania skał karbonatnych często występują krasowe formy ukształtowania.

Klimat jest umiarkowanie-kontynentalny. Podział rocznych opadów atmosferycznych w granicach zbiornika wodnego Bugu, przez wysoką wilgotność powszechniową obszaru, nie jest nierównomierny i przekracza wyparowywanie. Rejony z najwyższymi opadami znajdują się w górnym biegu rzeki (roczna norma 800 mm). Wraz z obniżeniem poziomu zbiornika wodnego rzeki ilość opadów również się obniża do 650 mm.

Gleby, to przeważnie czarnoziem bielcowy, przy spływie rzeki gleby darniowe i błotne, charakteryzujące się lekkim, mechanicznym składem (lekkoglinkowate, piaszczyste). W takich gruntach na warunkach umiarkowanie-kontynentalnego klimatu formują się przepływowe charakterystyki rzeki, który nie sprzyjają podwyższeniu mineralizacji wody.

W okresach niskiego poziomu wód zachodniego dorzecza Bugu woda przepływa z licznych źródeł, które wypływają z wodonośnych poziomów złogów Trzecio - rzędowych i okresu Górnej Kredy. W dorzeczu wydziela się Wołyńsko-Podilskie artezyjskie dorzecze, powiązane hydraulicznie z podziemnymi wodami znajdujących się wyżej obszarów.

Na formowanie charakterystyk hydrochemicznych wpływa działalność gospodarcza (orka, melioracja, pobieranie wody, odprowadzenie ścieków itp.). W dorzeczu Bugu, zgodnie z danymi Państwowej Gospodarki Wodnej Ukrainy, w 2001 r. pobrano 115,2 mln. m<sup>3</sup> wody, z której 20 % to – wody powierzchniowe, a 80 % – podziemne. Odprowadzenia ścieków na dzień dzisiejszy stanowi około 195 mln. m<sup>3</sup>, a stosunek czystych wg. norm i zanieczyszczonych (niedostatecznie oczyszczonych i takich, które nie zostały oczyszczone) wynosi 9:1.

Z grupy 33 użytkowników wody, którzy bezpośrednio odprowadzają ścieki do zachodniej części Bugu oraz do jego dopływów, ponad połowę (52 %) stanowią Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej, objętość ścieków, odprowadzanych przez te przedsiębiorstwa dochodzi do 88 % całkowitej objętości ścieków do dorzecza na obszarze Ukrainy. Największymi użytkownikami wody są zarządy produkcyjne przedsiębiorstw wodno - kanałowych (WUWKG) Lwowa (z objętością około 490 tys. m<sup>3</sup>/dobę, lub 5,7 m<sup>3</sup>/sek.), Czerwonogrodu (20,6 tys. m<sup>3</sup>/dobę), Nowowołyńska (11,9 tys. m<sup>3</sup>/dobę) i in. Przez oczyszczalnię ścieków WUWKG do wód dorzecza w ciągu roku wpływa około 150 tys. t soli, co wynosi 97 % ogólnej ilości soli, które nadchodzą ze ściekami. Na dzień dzisiejszy większa część sieci kanalizacyjnych potrzebuje gruntownego remontu oraz rekonstrukcji stacji kompresorno-pompujących, kolektorów ciśnieniowych oraz oczyszczalni ścieków, jakich termin amortyzacji został dawno przekroczony.

Największym źródłem odprowadzania ścieków do dorzecza Bugu jest Lwów. Roczna objętość ścieków miasta, które wpływają do Bugu przez rzekę Połtwę stanowi około 80% ogólnej objętości ścieków (rys. 2.3 – krzywa 1 na str. 32), z którymi nadchodzi 75 % zawieszonych substancji, 78 % jonów siarczanów, 90 % jonów chlorkowych, 73 % amon azotu, 84 % azotanów, 95 % żelaza. Od początku 1994 roku, w dorzeczu Bugu rejestruje się tendencję do obniżenia odprowadzania corocznych objętości ścieków i ilości poszczególnych substancji zanieczyszczających (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl). W rzece Połtwa obniżenie corocznych objętości ścieków zaczyna się dopiero z 2000 roku (patrz rys. 2.3 – krzywa 2 na str. 32), co, stosunkowo utrzymuje na wysokim poziomie część odchodów zanieczyszczeń, dostarczanych do dorzecza Bugu (patrz rys. 2.3 – krzywa 3 na str. 32).

Na obszarze dorzecza działają 11 kopalnie węgla w Czerwonogradzkim górniczo-przemysłowym rejonie; 40% powierzchni systemu dorzecza osuszono, 80-90 % rzek - zbiorników drenażowych wód wyprostowywano;

przeorano prawie 42 %.

Ogromną rolę odgrywa odprowadzanie wód stokowych Lwowa i z miejskich oczyszczalni ścieków dorzecza Bugu na obszarach dwu państw – Ukrainy i Polski (rys. 2.5 na str. 34). Objętość dobowych ścieków Lwowa wynosiła w 1999 r. prawie 86 % (489863 m<sup>3</sup> /na dobę) objętości dobowych ścieków odprowadzanych ze wszystkich miast na terytoriach obu państw, lub prawie 89 % dobowych zrzutów miejskich oczyszczalni ścieków na Ukrainie (rys. 2.6 na str. 35). [31].

**W rozdziale trzecim** “WARUNKI HYDROLOGICZNE DORZECZA BUGU” przedstawiono hydrograficzną charakterystykę oraz podstawowe cechy dorzecza.

Trasgraniczna rzeka Bug przepływa przez terytorium Ukrainy, Białorusi i Polski i należy do dorzecza Wisły. W górnym biegu dolina Bugu jest tarasowata (szerokość 1-3 km); zatoka jest błotnista. Koryto jest kręte (szerokością do 8-15 m); na poszczególnych odcinkach kanalizowane. Średnia gęstość rzecznej sieci na obszarze obwodu Lwowskiego wynosi 0,35 km/km<sup>2</sup>. W średnim biegu szerokość doliny osiąga 3-4 km, zatoka nie jest wyraźna. Szerokość koryta osiąga 40 m. Niżej, dolina Bugu zwęża się do 1,0-1,5 km, Przekątna szerokość koryta wynosi 50-75 m, a na poszczególnych odcinkach osiąga do 100 m. Pochylenie rzeki 0,3 m/km. Szybkość prądu rzeki w granicach obwodu Wołyńskiego wynosi 0,3-0,6 m/sek, a w odcinku Polesia zmniejsza się do 0,1-0,2 m/sek, co wiąże się z obniżeniem poziomu. W dorzeczu Bugu (na obszarze Wołyńskiego obwodu) są liczne jeziora - ponad 80 jezior o ogólnej powierzchni 92 km<sup>2</sup>, a średnia gęstość sieci rzek wynosi 0,22-0,35 km/km<sup>2</sup>.

Hydrologiczną charakterystykę rzeki Bugu określają wiosenne przypiływy roztopowe i niskie poziomy wody w okresie letnio-jesiennym i zimowym, co charakteryzuje się statecznością, długotrwałością, okresami niskiego (najniższego) poziomu wody. Różny poziom krasu oraz stopień błota na poszczególnych odcinkach zlewni dorzecza wyznacza naturalną regulację spływu wody, zwłaszcza, podczas wiosennych przypiływów roztopowych. Dlatego też, na takich odcinkach dorzecza, średnie wkazniki z wielu lat wiosennych przypiływów roztopowych różnią się w 1,5-2,0 razy. W granicach Małego Polesia wpływ krasu na formowanie wielkości charakterystycznych wiosennego spływu wody jest najmniejszy. Odpowiednio, największe pokłady spływu wiosennych roztopów są cechą charakterystyczną dla rzek niniejszego regionu (Rata, Żółdziec oraz Sołokia)– 129-158 mm i przekraczają ich wielkość dla rzek Podolskiej Wyzyny (Połtwa, Chołojiwka, Kamjanka) – 93-115 mm.

Spływ wód, przy niskim poziomie wody rzek dorzecza Bugu zabezpiecza się przez podziemne wody warstwy margłowo-kredowej (zakarsowanej) oraz wapiennej. Duże zapasy wody w takich wodonośnych warstwach zabezpiecza dostarczanie wody do rzek w czasie niedostatecznego spływu

powierzchniowego. Cechą charakterystyczną jest okres letnio – jesienny, w czasie którego wskaźniki warstwy spływu są wyższe (104-122 mm) w porównaniu z zimowym okresem niskich poziomów wód.

Cechą charakterystyczną dla Bugu jest znaczna zmienność w ciągu roku ścieku nanosów. W czasie wiosennych przypływów roztopowych rzeka przenosi 50 % rocznej ilości substancji zawieszonych, a w ciągu okresu letnio-jesiennego i zimowego 30 % i 20 %.

W **czwartym rozdziale** "REZIM. HYDROCHEMICZNY I ŚCIEK SUBSTANCJI CHEMICZNYCH RZEK DORZECZA BUGU" rozpatrzono wyniki badań zasad formowania chemicznego składu wody i hydrochemicznej charakterystyki rzeki Bugu i jego dopływów zgodnie z sezonowymi i wieloletnimi charakterystykami. Przedstawiono charakterystyki obliczeń ścieku substancji chemicznych z wodami Bugu z terytorium Ukrainy; oceniono wpływ najbardziej zanieczyszczonego dopływu – rzeki Połtwy na chemiczny skład wody Bugu.

**Hydrochemiczny reżim.** Dla specyfikacji i oceny charakterystyk hydrochemicznych rzeki zebrano wychodzącą informację z wielu lat z każdego punktu badawczego opierając się na sezony: wiosennych przypływów roztopowych i letnio-jesiennego i zimowego okresów niskich poziomów wody. To dało możliwość wydzielenia genetycznie jednorodnych cech charakteryzujących okresy z przewagą tych lub innych procesów formowania składu chemicznego rzecznych wód według zmian sezonowych.

Ustalono, że dla charakterystyk tlenowych Bugu nasycenie wody tlenem nie przewyższało 71-78% w ciągu całego roku. Względne zwiększenie nasycenia wody  $O_2$  wyznacza się w letnio-jesiennym okresie niskich poziomów wody, gdy przyspieszają się procesy fotosyntezy kosztem rozwoju pierwotnych producentów. Odpowiednio, wtedy znaczenie biochromatycznego utleniania ( $BO$ ) w wodzie rzeki były najniższe ( $35,1 \text{ mgO/dm}^3$ ). W wodach dopływów względna zawartość tlenu zmieniła się w granicach – od 20-35 % do 119-122 %. Najwyższe wskaźniki, charakterystyczne dla letnio-jesiennego okresu niskich poziomów wód – rzeki Rata, Sołokija, Ługa. Stały deficyt tlenu oraz wysokie wskaźniki  $BO$  i  $BCK_5$  (biochemicznego zużycia tlenu) wyznaczono w wodach Połtwy, zwłaszcza w zimowym okresie niskich poziomów wody (rys. 4.1 na str. 62).

Badania hydrochemicznego reżimu rzeki Bug i jej dopływów według składu solnego wody określiły ostre granice sezonowe, co można wyjaśnić różnymi typami zasilania w ciągu roku. Najniższy wskaźnik mineralizacji wody Bugu występuje w czasie wiosennych przepływów roztopowych ( $497 \text{ mg/dm}^3$ ); w okresach niskich poziomów wód wskaźnik mineralizacji waha się od  $518 \text{ mg/dm}^3$  (letnio-jesienny okres niskich poziomów wód) do  $573 \text{ mg/dm}^3$  (zimowy okres niskich poziomów wód). Analogiczna prawidłowość była charakterystyczną także dla sezonowych przemian koncentracji głównych jonów w wodzie Bugu (tabl. 4.5 na str. 65).

Wahanie koncentracji głównych jonów oraz wskaźniki mineralizacji w wodzie dopływów w ciągu różnych sezonów są bliskie do wahań owych charakterystyk w wodzie Bugu. Wyjątkiem jest zawartość rozpuszczonych soli w wodzie rzeki Połtwa ( $\Sigma_i=784-847\text{mg/dm}^3$ ).

Jonowy skład rzecznych wód dorzecza jest genetycznie związany z słabo rozpuszczalnymi karbonatowymi gatunkami, z których składa się jego zlewnia. Odpowiednio, przez wszystkie sezony roku, w wodzie ciągle dominują jony  $\text{HCO}_3^-$  oraz  $\text{Ca}^{2+}$ . Zgodnie z klasyfikacją O.O. Alekina, rzeczne wody dorzecza Bugu należą do hydrokarbonatowej klasy grupy wapni II typu –  $\text{C}_{II}^{\text{Ca}}$ , a część oddzielnych jonów wynosi: dla anionów:  $\text{HCO}_3^-$  (63-64% -ekw.)  $> \text{Cl}^-$  (21-22% -ekw.)  $> \text{SO}_4^{2-}$  (15-16% -ekw.); dla kationów:  $\text{Ca}^{2+}$  (63 - 66% - ekw.)  $> \text{Na}^+ + \text{K}^+$  (16 - 21% -ekw.)  $> \text{Mg}^{2+}$  (15-18 % -ekw.).

Dokonana analiza korelacyjna rzędów średnio rocznych koncentracji głównych jonów i znaczeń mineralizacji z zużyciem wody Bugu (m. Kamjanka-Buzka) w ciągu lat 1971-2003 wykazała obecność związku zwrotnego pomiędzy zawartością wszystkich głównych jonów i mineralizacją wody z jednej strony, a zużyciem wody Bugu – z drugiej. Ścisłość związku odznacza się współczynnikiem korelacji  $r=0,73$ . Ustalono wpływ wodnistości na zawartość głównych jonów w wodzie rzeki w wieloletnim aspekcie. W ciągu okresu badawczego (lata 1971-2003) wyróżniono etapy o średniej wodnistości (1971-1981), a także małowodny (1982-1991) oraz wielowodny (1992-2003) etapy. Porównalna analiza wielkości zbadanych wskaźników wody Bugu według 3 punktów i 6 nabieżników, które rozmieszczone są bezpośrednio na rzece, ujawniła, że maksymalne koncentracje zostały charakterystyczne dla małowodnego okresu, a minimalne dla wielowodnego. Jednocześnie, znacznym jest lokalny wpływ osiedli na chemiczny skład wody Bugu, co wyjawia się przez wzrost koncentracji oddzielnych jonów głównych ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) oraz wielkości mineralizacji wody na nieznacznych odcinkach rzeki, które są rozmieszczone poniżej miast.

A więc, wyniki badań chydrochemicznych charakterystyk rzeki Bugu i jego dopływów w aspekcie całorocznych i w wieloletnim świadczą o decydującej roli naturalnych czynników w formowaniu zawartości głównych jonów. Wyjątkiem jest rzeka Połtwa dla której, jak było zaznaczone wyżej, jest charakterystyczny antropogenywny wpływ.

Wśród biogenywnych substancji, które podlegały badaniu, wyraźny sezonowy podział koncentracji ujawniono tylko dla azotu azotanowego oraz krzemu. Minimalne koncentracje  $\text{N-NO}_3$  ( $0,39 \text{ mg/dm}^3$ ) spstrzegamy w lecie w czasie wegetacji, gdy rozpuszczony w wodzie azot intensywnie wnika przez hydrobionty. W czasie zimowego okresu niskich poziomów wody znaczenia  $\text{N-NO}_3$  wzrastały ( $0,49 \text{ mg/dm}^3$ ), w związku z destrukcją substancji organicznych i przejściem azotu z organicznych form do mineralnych na tle

minimalnej bioakumulacji azotanów. W ciągu wiosennych przepływów roztopowych koncentracji azotu azotanowego obniżały się kosztem rozpuszczenia (tab. 4.17 na str. 82).

W wodzie Bugu maksymalne koncentracje mikroelementów wyznaczone były w czasie wiosennych przepływów roztopowych i wynosiły dla  $Fe_{ogóln.}$  – 0,29 mg/dm<sup>3</sup>;  $Cu$  – 19,3 mkg/dm<sup>3</sup>;  $Zn$  – 57,5 mkg/dm<sup>3</sup>,  $Mn$  – 92,7 mkg/dm<sup>3</sup>. Ten sezon odznacza się także wysoką zawartością produktów naftowych – 0,15 mg/dm<sup>3</sup>. prawdopodobnie, związane to jest z intensywnym splukaniem z powierzchni zlewni. Po przejściu do okresu niskich poziomów wody wyznaczono pewne obniżenia ich koncentracji, które zimą wynosiły dla  $Fe_{ogóln.}$  – 0,14 mg/dm<sup>3</sup>;  $Cu$  – 11,8 mkg/dm<sup>3</sup>;  $Zn$  – 43,2 mkg/dm<sup>3</sup>,  $Mn$  – 35,6 mkg/dm<sup>3</sup> (tab. 4.21 na str. 87). Zawartość produktów naftowych w rzecznych wodach dorzecza w ciągu okresu niskich poziomów wody zmniejszała się, przeciętnie, do 0,10 mg/dm<sup>3</sup> (tab. 4.25 na str. 93).

W ciągu wszystkich sezonów spostrzegano przewyższenie GDK (graniczno-dopuszczalnych koncentracji) dla substancji biogenicznych, mikroelementów i specyficznych substancji zanieczyszczających w wodach rzeki na odcinku od miasta Buśk do miasta Kamjanka-Buzka, co objaśnia się przyływem wody zanieczyszczonej takimi komponentami rzeki Połtwa.

W ten sposób, dla zawartości substancji biogenicznych, mikroelementów i specyficznych substancji zanieczyszczających nie wykazano prawidłowości w wahaniach sezonowych, co jest związane ze znaczną dyskrecją wpływu antropogenicznych czynników na formowanie ich koncentracji.

**Ściek substancji chemicznych.** Badania wynoszenia rozpuszczonych substancji chemicznych z wodami Bugu za granice obszarów Ukrainy są bardzo ważne i aktualne w związku z podwyższonymi wymogami Unii Europejskiej (UE) odnośnie przenoszenia substancji zanieczyszczających z terytorii ościennych państw.

W celu przeprowadzenia obliczeń został wyznaczony umowny rozrachunkowy nabieżnik na rzece Bug, na granicy Ukrainy, Polski i Białorusi (rys. 1.2 na str. 11), do którego nadchodziły charakterystyki ze ścieku wód (według danych laboratorii hydrologicznych badań i obliczeń UkrNDGMI) w latach od 1989 do 2003 r. Średnia roczna ścieku jonów Bugu z obszarów Ukrainy wynosi 793,5 tys.t. (78,3 t/km<sup>2</sup>); z obszarów Ukrainy i Polski – 857,0 tys. t. Z nich 93 % wyrzuca się z terytorium Ukrainy, a 7 % z terytorium Polski.

Ściek różnych grup substancji chemicznych, które przenoszą się z wodami Bugu według sezonów podziela się w następujący sposób. Główne jony: wiosenne roztopy – 48-59 %, letnio-jesienny najniższy poziom wody – 25-31 %, zimowy najniższy poziom wody – 16-22 % (tab. 4.30 na str. 100). Substancje biogeniczne: wiosenne roztopy – 47-67 %, letnio-jesienny najniższy poziom wody – 17-35 %, zimowy najniższy poziom wody – górnico-przemysłowym rejonie; 40 % powierzchni systemu dorzecza

osuszono, 80-90 % rzek - zbiorników drenażowych wód wyprostowywano; 16-19 % (tab. 4.32 na str. 101). Ciężkie metale: wiosenne roztopy – 45-74 %, letnio-jesenny najniższy poziom wody – 19-35 %, zimowy najniższy poziom wody – 6-20 % (tab. 4.34 na str. 103).

Z uwagi na znaczny wpływ Połtwy na jakość wody Bugu były zrobione obliczenia ścieku głównych jonów i biogenicznych substancji rzeki Połtwa dla zamykającego kanału miasta Buśk ( $Q=11,1 \text{ m}^3/\text{sek}$ ), a także porównano otrzymane wyniki z odpowiednimi danymi w nabieżniku, rozmieszczonym poniżej Bugu – miasta Kamjanka-Buśka ( $Q=19,3 \text{ m}^3/\text{sek}$ ), a także według umownego obliczeniowego nabieżnika hydrologicznego Bugu ( $Q=48,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ ).

Porównanie wyników otrzymanych z odpowiednimi danymi dla Bugu – miasta Kamjanka-Buśka (nabieżnik jest poniżej ujścia rzeki Połtwa), dały możliwość ustalenia wpływ tego dopływu na formowanie chemicznego składu wody Bugu, zwłaszcza jego górnej części. Część ścieku wód rzeki Połtwa wynosi 58 % od ogólnego ścieku wód Bugu w nabieżniku miasta Kamjanka-Buśka oraz 23 % w umownym nabieżniku, który zamyka zlewnie z ukraińskiej części dorzecza. Wtedy cząstka jonowego ścieku Połtwy wynosi, odpowiednio, 66% i 28 %; azotu ogólnego ten wskaźnik zwiększa się i wynosi 68 % i 44 %; fosforanów do 80 % i 71 % (tab. 4.35 – 4.36 na str. 104).

**Rozdział piąty** “JAKOŚCIOWA OCENA EKOLOGICZNA RZECZNYCH WÓD DORZECZA BUGU” poświęcono zagadnieniu jakościowej oceny ekologicznej wód rzecznych ukraińskiej części dorzecza według średnich rocznych wskaźników blokowych ( $I_1, I_2, I_3$ ) oraz integralnego ( $I_E$ ) ekologicznego indeksu; ustaleniu czasowej i przestrzennej dynamiki jakościowej wód; ustaleniu sezonowej specyfice formowania jakości wód dorzecza.

Jakościowa ocena ekologiczna rzecznych wód dorzecza Bugu została wykonana zgodnie z wynikami hydrochemicznych badań w ciągu lat 1989-2003. Wyjściowe dane zgodnie z “Metodyką ekologicznej oceny jakościowej wód powierzchniowych według odpowiednich kategorii” (1998 r.) strukturowane były w trzy bloki: składu solnego ( $I_1$ ), ekologiczno-sanitarnych wskaźników ( $I_2$ ) oraz specyficznych substancji toksycznych ( $I_3$ ). Obliczenia prowadzone były w granicach jednego z trzech bloków ( $I_1, I_2, I_3$ ) i wyznaczony był integralny ekologiczny indeks ( $I_E$ ). Metodyka wyznaczenia kategorii jakości wody pozwala przedstawić absolutne znaczenia hydrochemicznych wskaźników w formie formalizujących integrujących wskaźników jakości wody (indeksy, kategorie oraz klasy).

Średnie znaczenia roczne indeksów bloku wskaźników solnego składu wody ( $I_1$ ) charakteryzowały jakość wód rzecznych dorzecza, zasadniczo, jako 2-ga kategoria II klasy (“bardzo dobre” zgodnie ze stanem. “czyste” zgodnie ze stopniem zanieczyszczenia) (rys. 5.1 na str. 108 oraz rys. 5.2. na str. 113).

Wyjątek stanowiły wysokie znaczenia indeksu ( $I_1$ ) dla rzeki Połtwa, charakteryzujące jakość jej wody od 1-jej do 5-jej kategorii I-III klasy.

Średnie znaczenia roczne indeksów bloku ekologo-sanitarnych wskaźników ( $I_2$ ) oraz bloku specyficznych substancji technicznych ( $I_3$ ) były wyższe i scharakteryzowały niższy stopień jakości wody Bugu zgodnie z 4-jej i 5-jej kategorii III klasy ("zadowolająco" – "przeciętnie" za stanem oraz "słabo zanieczyszczone" – "umiarkowanie zanieczyszczone" za stopniem zanieczyszczenia"). Największą 5-tą kategorię scharakteryzuje jakość wody na odcinku od miasta Buśk (1 km niżej miasta) do miasta Kamjanka -Buśka (1 km niżej miasta). Związane jest to z przyptywem zanieczyszczonych wód rzeki Połtwa, a także z przyptywem ścieków w/w miast (patrz. rys. 5.1 na str. 108 i rys. 5.2 na str. 113).

Wśród dopływów dorzecza Bugu najlepszą jakością wody, zgodnie ze średnimi rocznymi znaczeniami indeksów blokowych ( $I_2$ ,  $I_3$ ), wyróżniają się rzeki Rata i Ługa. Jakość wody owych dopływów odpowiadała, zasadniczo, 3-jej kategorii II klasy ("dobre" za stanem, "dość czyste" według stopnia zanieczyszczenia). Wówczas, nadzwyczajnie wysokie znaczenia blokowych indeksów rzeki Połtwa, charakteryzowały jakość jej wody od górnego biegu (miasta Lwów) do wpływu rzeki (miasto Buśk) – zgodnie z 6-jej – 7-jej kategorii IV-V klasy ("złe" – "bardzo złe" według stanu, i "zanieczyszczone" – "bardzo zanieczyszczone" według stopnia zanieczyszczenia) (patrz. rys. 5.2 na str. 113).

Analiza wieloletniej czasowej oraz przestrzennej dynamiki znaczeń integralnego indeksu ekologicznego ( $I_E$ ) świadczy o tym, że wody rzeczne dorzecza w latach 1989-2003 lat charakteryzują się przez 3-tą i 4-tą kategorią II-III klasy. Odpowiednio, "dobra" zgodnie ze stanem, "dość czysta" według stopnia zanieczyszczenia jakość wody uznano od 46 % od ogólnej ilości punktów badawczych. W 39 % punktów monitoringu jakość wody została scharakteryzowana, jako "zadowolająca" za stanem, "słabo zanieczyszczona" według stopnia zanieczyszczenia (rys. 5.3 na str. 114). Oprócz tego, czasowa dynamika indeksu integralnego ( $I_E$ ) wykazała, że z 1990 do 1994 roku stan jakościowy wód rzecznych był gorszy oraz odpowiadał 4-jej kategorii III klasy jakości wód. Z 1995 roku widać tendencję podwyższenia ich jakości do 3-jej kategorii II klasy jakościowej wód rzecznych (patrz. rys. 5.1 na str. 108).

Dla wykazania wpływu wodności na formowanie jakościowe wód rzecznych dorzecza Bugu było porównane z wynikami, wyliczonymi dla małowodnego 1990 roku oraz dużowodnego 1998 roku. Przy czym, zaznaczone lata rozdzielono na trzy sezony (wiosenne roztoły, letnio-jesienny i zimowy najniższe poziomy wody). Wyjaśniono, że w ciągu dużowodnego roku przy stosunkowo bliskich objętościach odchodów ścieków zaobserwowano polepszenie jakości wody. Ten fakt świadczy o zasadniczej roli wpływu wodności na formowanie jakości rzecznych wód. Specyfika sezonowa jakościowej dynamiki rzecznych wód dorzecza



zaobserwowano dla górnej części rzeki (miasta Busk, 1 km wyżej miasta). Złuszczka, podczas wiosennych roztopów jakość wody Bugu odpowiadała 2-jej kategorii II klasy. W okresie letnio-jesiennego i zimowego niskich poziomów wody rejestrowano pogorszenie jakości wody do 3-iej – 4-iej kategorii II-III klas. W dół rzeki sezonowych różnic w jakości wody nie zaobserwowano, co, z naszego punktu widzenia jest uwarunkowane wpływem antropogennych współczynników.

**W szóstym rozdziale** “WSPÓŁCZESNY STAN NARODOWEGO I TRANSGRANICZNEGO MONITORINGU DORZECZA BUGU” scharakteryzowano stan narodowego i transgranicznego monitoringu jakości wód przez różne resorty Ukrainy. Narodowy jakościowy monitoring wód dorzecza Bugu dokonywa się przez: organizację Państwowej Hydrometeorologicznej Służby Ukrainy (14 hydrochemicznych punktów, 9 hydrologicznych posterunków); Państwowe Zarządy Ekoresursami we Lwowskim i Wołyńskim obwodach Ministerstwa Ochrony Środowiska Ukrainy (30 hydrochemicznych punktów); strukturalne podrozdziały Państwowej Gospodarki Wodnej Ukrainy (7 punktów) (rys. 6.1 na str. 129).

Państwa-podmioty transgranicznego monitoringu jakościowego wód Bugu – to są Ukraina, Polska i Białoruś, które aktywnie współpracują pomiędzy sobą. Złuszczka, pod egidą TACIS w latach 1997-2000 został wykonany pierwszy projekt międzynarodowy, poświęcony wprowadzeniu transgranicznego monitoringu i oceny jakości wód dorzecza Bugu. Drugi projekt (2004-2006) został skierowany na wprowadzenie struktury organizacyjnej według kompleksowego i skoordynowanego zarządzania dorzeczem.

Niezbędnym będzie zaznaczyć, że zgodnie z wymogami Helsińskiej Konwencji “O ochronie i racjonalnym wykorzystaniu transgranicznych zbiorników wodnych i jezior międzynarodowych” oraz w programie monitoringu sąsiedniego państwa Polski, na ukraińsko-polskim odcinku Bugu było wyznaczono 2 punkty transgranicznego monitoringu jakości wód (odpowiednio, miasta Uściług - Zosin; Jagodzin – Dorochusk). Oprócz tego, w sieci narodowego monitoringu jakości wód dorzecza zaznaczają punkty, które są bezpośrednio na przejściach granicznych Bugu i jego dopływów – rzeki Sołokija i Kopajiwka (tab. 6.4 na str. 136; 6.2 na str. 137). Te punkty, z naszego punktu widzenia, mogą być także dołączone do systemu transgranicznego monitoringu. W taki sposób, na obszarach ukraińskiej części dorzecza Bugu stworzono międzyresortową sieć monitoringu. Jest szereg zagadnień według funkcjonalnego napełnienia jej działalności, załatwienie których najbliższym czasem znacznie podwyższyłoby skuteczność jak narodowego, zarówno i transgranicznego monitoringu wód. Najważniejszym wśród nich jest zorganizowanie działalności stosownie wprowadzenia zasad Wodnej Dyrektywy UE (2000 r.), która przewiduje prowadzenie monitoringu wód rzecznych według trzech podstawowych

kierunków: hydromorfometrycznym, hydrobiologicznym i hydrochemicznym. Niezbędna jest synchronizacja terminów obserwacji, rozszerzenie rejestru hydrometrycznych pomiarów, a także unifikacja metodyk analitycznych określeń chemicznych komponentów w laboratoriach różnych resortów narodowego monitoringu oraz dokonania skutecznej wymiany informacyjnej pomiędzy dwoma państwami z celem informacyjnego wsparcia oraz zapobiegania wyjątkowym sytuacjom.

## WYNIKI

1. Chemiczny skład wód rzecznych dorzecza Bugu został sformowany wynikiem całościowego działania naturalnych i antropogenicznych czynników. Przyrodo-klimatyczne warunki, charakter gatunków w zbiornikach wody oraz gruntu sprzyjają formowaniu rzecznych wód węglano-wapniowego składu (hydrowęglana klasa grupa wapnia II typ –  $C_{II}^{Ca}$ ). Antropogeniczne czynniki sprzycają podwyższeniu koncentracji substancji rozpuszczalnych. Wśród nich priorytetowy wpływ mają ścieki, które są największe we Lwowie.

2. Zarejestrowano obecność statystycznie ważnych związków pomiędzy mineralizacją i obecnością dominującego jonu  $HCO_3^-$ , który jest opisany przez liniową funkcję  $\Sigma_i=1,84HCO_3^-$ . Ciasnota związku wyznacza się przez współczynnik korelacji  $r=0,7$ . Ustalono zwrotny związek między mineralizacją a zużyciem wody Bugu, który jest charakterystyczny jak dla całorocznych, i wieloletnich wahań napełnioności wodą rzeki.

3. Hydrochemiczny reżim Bugu i jego dopływów według solnego składu wodnego nosi sezonowy charakter, dzięki zmianom w ciągu roku różnych typów żywienia. Całoroczny podział wielkości mineralizacji wody Bugu ma wyraźną prawidłowość: najmniejsze znaczenia spostrzegają się w czasie roztopów wiosennych ( $497 \text{ mg/dm}^3$ ); w okresach niskich stanów wody wielkość mineralizacji dostrzega do  $518 \text{ mg/dm}^3$  (letnio-jesienny okres) oraz  $573 \text{ mg/dm}^3$  (zimowy okres). Analogiczne zmiany są w koncentracji głównych jonów w wodzie Bugu.

Zakres koncentracji głównych jonów i wielkości mineralizacji w wodach dopływów w różne sezony jest bliski do wahań odpowiednich charakterystyk w wodzie Bugu. Wyjątkiem jest rzeka Połtwa, której mineralizacja waha się w granicach  $784-847 \text{ mg/dm}^3$ , a w składzie głównych jonów zwiększa się rola siarczanych i chlorkowych jonów.

4. Rieczne wody dorzecza Bugu mają natężony tlenowy reżim. W ciągu roku rzeka ma charakterystyczny niedobór tlenowy wody (71-78 %). Względne zwiększenie tlenowego nasycenia wody  $O_2$  spostrzega się w letnio-jesiennym okresie niskich stanów wody kosztem przyspieszenia procesów fotosyntezy. W wodach dopływów względna objętość tlenów zmieniała się – od 20-35 % do 119-122 %. Stan nasycenia tlenowego wody rzeki Połtwa nie przekraczał 24-29 %, co świadczy o jego niedoborze w

ciągu roku.

5. Badania reżimu hydrochemicznego substancji biogenych, mikroelementów i zanieczyszczających substancji specyficznych nie wykazały ogólnych prawidłowości podziału tych wskaźników według sezonów. Zwiększenie koncentracji w czasie wiosennych roztopów obserwowano dla oddzielnych mikroelementów oraz produktów naftowych przez ich zmycie z powierzchni zlewni. Dla azotanowych jonów czas najmniejszych koncentracji – okres wegetacji, co związane z ich użytkowaniem przez hydrobionty.

Srednia koncentracja mineralnych form azotu ( $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ ) w wodzie Bugu wynosiła  $3,866 \text{ mgN/dm}^3$  i zmieniała się od  $3,494 \text{ mgN/dm}^3$  do  $4,275 \text{ mgN/dm}^3$ . Dominującą formą jest  $\text{N-NH}_4^+$ . Wśród dopływów dorzecza największą zawartość mineralnych form azotu wynosi rzeka Połtwa. Przekroczenie GDK dla  $\text{N-NO}_2^-$  oraz  $\text{N-NH}_4^+$  w wodzie rzeki Połtwa wynosiło 7 i 27 razy.

6. Zaznaczono lokalny wpływ antropogenicznych czynników na formowanie zawartości głównych jonów, substancji biogenicznych, mikroelementów i specyficznych substancji zanieczyszczających. Stan wody rzeki Połtwa pogarsza ogólny chemiczny skład wody Bugu na odcinku od miasta Buska do miasta Kamjanka -Buska.

7. Poraz pierwszy zostały otrzymane ilościowe charakterystyki jonowego ścieku Bugu na granicach Ukrainy, Białorusi oraz Polski w ciągu lat 1989-2003. Sredni roczny ściek jonów Bugu z obszarów Ukrainy wynosi  $793,5 \text{ tys. t/rok}$  ( $73,5 \text{ t/km}^2$ ); z obszarów Ukrainy i Polski –  $857,0 \text{ tys. t}$ . Z nich 93 % zrzuca się z obszarów Ukrainy i 7 % z obszarów Polski. Ściek jonów w ciągu roku dzieli się w sposób nierównomierny i zależy od wahań wodnego ścieku. W czasie wiosennych roztopów razem z wodami Bugu zrzuca się 48-59 % wszystkich jonów rozpuszczonych; 25-31 % – w czasie letnio-jesiennego okresu niskich stanów wody; 16-22 % w ciągu zimowego okresu niskich stanów wody.

Ściek biogenicznych substancji zgodnie z sezonami podziela się w następujący sposób: 47-67 % zrzuca się w czasie wiosennych roztopów; cząstka letnio-jesiennego i zimowego okresów niskich stanów wody wynosi odpowiednio 17-35 % oraz 16-19 %. Wskaźniki ścieku mikroelementów: wiosenne roztopy – 45-74 %; letnio-jesienny okres niskiego stanu wody – 19-35 %; zimowy okres – 6-20 %. Objętość wodnego ścieku jest zasadniczym czynnikiem, który wpływa na zmienność ścieku substancji chemicznych Bugu.

8. Wpływ jonowego ścieku najbardziej zanieczyszczonej rzeki Połtwa na ogólny ściek jonów Bugu dostrzega 66 % w nabieżniku miasta Kamjanka-Buska oraz 28 % na przejściu granicznym. Dla ścieku azotu amonowego te wielkości są najwyższe i dostrzegają odpowiednio 70 % i 47 %, dla fosforanów – 80 % i 71 %.

9. Ekologiczna ocena jakościowa wody bezpośrednio w rzece Bug, zaświadczyła, że według wskaźników solowego bloku jakość wody rzeki w ciągu 1989-2003 lat odpowiadała 2-jej kategorii II klasy ("bardzo dobre" zgodnie ze stanem, "czyste" zgodnie ze stopniem zanieczyszczenia); według ekologo-sanitarnych wskaźników i specyficznych substancji toksycznych były zaznaczone zmiany jakościowe wody od 4-jej do 5-jej kategorii III klasy ("zadowolające" – „przeciętne" zgodnie ze stanem, oraz "słabo zanieczyszczone" zgodnie ze stopniem zanieczyszczenia").

Zgodnie z badaniami dynamiki zanieczyszczenia rzecznych wód dorzecza Bugu było wyznaczono dwa okresy: z 1989 po 1994 r. – okres wysokich znaczeń średnich rocznych integralnych indeksów ekologicznych, które oceniają jakość wód rzecznych według 4-jej kategorii III klasy ("zadowolające" zgodnie ze stanem, "słabo zanieczyszczone" zgodnie ze stopniem zanieczyszczenia"); z 1995 po 2003 rok – okres polepszenia jakościowego wód do 3-jej kategorii II klasy ("dobre" zgodnie ze stanem, "czyste" zgodnie ze stopniem zanieczyszczenia).

Jakość wody dopływów dorzecza Bugu odróżnia się przez różny stopień zanieczyszczenia. Zmiany średnich rocznych znaczeń integralnych ekologicznych indeksów rzek Rata i Ługa wynosiły 2,0-3,3 (2-ga – 3-cia kategorii II klasy). Najwięcej zanieczyszczoną rzeką dorzecza jest rzeka Połtwa –  $I_E=3,9-5,7$  (4-ta – 6-ta kategorii III-IV klas). Średnie roczne znaczenia bloków ekologo-sanitarnych wskaźników i specyficznych substancji toksycznych oceniają jakość wody rzeki Połtwa, wyłącznie według 6-jej – 7-jej kategorii IV-V klas. Wielkości koncentracji zanieczyszczeń, charakter reżimu tlenowego oraz innych fizyko-chemicznych wskaźników zaświadcza o tym, że rzeka Połtwa jest w stanie kryzysu, w wodzie rzeki są słumione procesy samooczyszczające i ekosystem rzeki niezbędnie potrzebuje wprowadzenia przedsięwzięć z ochrony przyrody i środowiska naturalnego.

10. Dla dorzecza Bugu niezbędnym jest natychmiastowe wprowadzenie przedsięwzięć, skierowanych na odnowienie jakości rzecznych wód dorzecza, które będą wprowadzone kosztem zmniejszenia ścieków miast, budowanie nowych oczyszczalni oraz modernizacji czynnych oczyszczalni, sieci kanalizacyjnych, dotrzymania technologicznych zasad oczyszczania wody, wprowadzenia sankcji karnych za niedotrzymanie zasad prawodawczych stosownie ochrony środowiska. W taki sposób, zmniejszenie zanieczyszczeń tylko rzeki Połtwa, spowoduje obniżenie ogólnego antropogenne obciążenia na wodny ekosystem Bugu, polepszenie jakości jego wody na dużym odcinku (miasto Buśk – miasto Kamjanka-Buśka) oraz zmniejszenie wyrzutów substancji chemicznych z wodami Bugu za granicy obszarów Ukrainy. Zalatwienie tych zadań nie jest możliwe bez podwyższenia działalności sieci narodowego i transgranicznego monitoringu jakościowego rzecznych wód, wprowadzenia organizacyjnej struktury

według kompleksowego i ukształtowanego zarządzania i zagospodarowania dorzecza Bugu, prowadzenia przedsięwzięć integracyjnych z ochrony wody i środowiska naturalnego ze strony sąsiednich państw zgodnie z wymogami Wodnej Ramkowej Dyrektywy Unii Europejskiej.

**Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П.**  
3-12 Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. – К.: Ніка Центр, 2006. – 184 с.  
ISBN 966-521-397-0

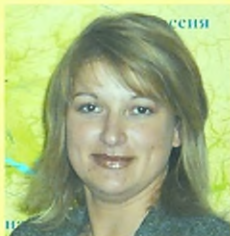
В монографії розглядається комплекс питань, присвячених вивченню закономірностей формування хімічного складу води, гідрохімічного режиму та стоку хімічних речовин річок басейну Західного Бугу. Подано результати розрахунку іонного стоку з української та польської частин басейну. Висвітлено особливості часової та просторової динаміки якості річкових вод басейну. Охарактеризовано стан ведення національного та транскордонного моніторингу.

УДК 556.114(075.8)  
ББК 26.22

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Забокрицька Мирослава Романівна  
Хільчевський Валентин Кирилович  
Манченко Анатолій Петрович

**ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН  
БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ  
НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**



**ЗАБОКРИЦЬКА МИРОСЛАВА РОМАНІВНА** - старший науковий співробітник відділу гідрохімії Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (м. Київ), кандидат географічних наук. Закінчила в 1994 р. Волинський державний університет імені Лесі Українки. Дисертаційна робота, підготовлена в УкрНДГМІ (2005 р.), присвячена дослідженням закономірностей формування хімічного складу води, гідрохімічного режиму та оцінки якості річкових вод басейну Західного Бугу. Автор понад 20 наукових праць. Брала участь у роботі низки національних наукових конференцій та міжнародних форумів, зокрема в м. Грабанов (Польща, 2001 р.), м. Брест (Білорусь, 2001 р.).



**ХИЛЬЧЕВСЬКИЙ ВАЛЕТИН КИРИЛОВИЧ** - завідувач кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка (з 2000 р.), доктор географічних наук, професор. Керівник та учасник низки національних та міжнародних н.-д. проєктів, експедиційних гідролого-гідрохімічних досліджень на Шацьких озерах, у басейнах річок України. Вивчав річки Південних Карпат, Трансильванії, гирло Дунаю та прилеглої акваторії Чорного моря. Сфера наукових інтересів - регіональна гідрохімія і гідрологія, якість води. Має понад 200 наукових праць в т.ч. 11 монографій, 13 підручників і навч. посібників. Головний редактор наукового збірника "Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія", голова спецради по захисту докторських дисертацій.



**МАНЧЕНКО АНАТОЛІЙ ПЕТРОВИЧ** - науковий співробітник відділу гідрохімії Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (м. Київ). Закінчив у 1981 р. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. В УкрНДГМІ з 1997 р., бере участь у розробці комп'ютерних інформаційно-аналітичних систем для дослідження хімічного складу поверхневих вод. Автор 5 наукових праць. Був експертом з інформаційних технологій від України в програмі ПРООН-ГЕФ з екологічного оздоровлення міжнародного басейну Дніпра (2001-2003 рр.).