

**В.К. ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ, О.О. ВИНАРЧУК, О.М. ГОНЧАР,  
М.Р. ЗАБОКРИЦЬКА, Р.Л. КРАВЧИНСЬКИЙ,  
В.А. СТАШУК, О.В. ЧУНАРЬОВ**

# **ГІДРОХІМІЯ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Навчальний посібник

За редакцією В.К. Хільчевського та В.А. Сташука

Київ  
Ніка-Центр  
2014

УДК 556.114  
ББК 26.222я73  
Г46

*Рецензенти:*

*В.В. Гребінь*, доктор географічних наук, професор (Київський національний університет імені Тараса Шевченка)

*В.М. Тімченко*, доктор географічних наук, професор (Інститут гідробіології НАН України)

Затверджено Вченою радою географічного факультету  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
18 листопада 2013 р.

**Гідрохімія** річок Лівобережного лісостепу України: навчаль-  
Г46 ний посібник / В.К. Хільчевський, О.О. Винарчук, О.М. Гончар  
та ін.; за ред. В.К. Хільчевського та В.А. Сташук. – К.: Ніка-  
Центр, 2014. – 230 с.

ISBN 978-966-521-107-5

У навчальному посібнику викладено умови формування хімічного складу річкових вод, методи його дослідження на прикладі річок Лівобережного лісостепу України, охарактеризовано гідрохімічний режим та виконана оцінка води цих річок.

Для студентів географічних, гідрометеорологічних та гідромеліоративних факультетів університетів, фахівців у галузі використання та охорони вод.

**УДК 556.114**  
**ББК 26.222я73**

ISBN 978-966-521-107-5

© В.К. Хільчевський, О.О. Винарчук,  
О.М. Гончар, М.Р. Забокрицька,  
Р.Л. Кравчинський, В.А. Сташук,  
О.В. Чунарьов, 2014

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1. УМОВИ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПРИРОДНИХ ВОД .....</b>	<b>8</b>
1.1. Фізико-географічні фактори .....	8
1.2. Геологічні фактори .....	11
1.3. Фізико-хімічні фактори.....	12
1.4. Біологічні фактори.....	18
1.5. Антропогенні фактори.....	21
1.6. Гідрохімічна зональність .....	23
<b>РОЗДІЛ 2. СТАН ВИВЧЕНОСТІ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>26</b>
2.1. Стан вивченості річок.....	26
2.2. Методика досліджень .....	32
<b>РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ ТА ВОДОКОРИСТУВАННЯ В РЕГІОНІ .....</b>	<b>38</b>
3.1. Рельєф та фізико-географічне районування .....	38
3.2. Кліматичні умови .....	42
3.3. Загальні риси геологічної будови та гідрогеологічні умови .....	48
3.4. Водокористування в басейнах Сули, Псла і Ворскли ...	51
<b>РОЗДІЛ 4. ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ....</b>	<b>58</b>
4.1. Гідрографічна характеристика.....	58
4.2. Гідрологічний режим річок.....	62

<b>РОЗДІЛ 5. ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ .....</b>	<b>72</b>
5.1. Загальні положення досліджень гідрохімічного режиму.....	72
5.2. Фізико-хімічні показники води.....	74
5.3. Внутрішньорічний режим головних іонів та мінералізації води.....	85
5.5. Біогенні речовини.....	121
5.6. Мікроелементи.....	135
5.7. Специфічні забруднювальні речовини.....	146
<b>РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ РІЧКОВИХ ВОД.....</b>	<b>153</b>
6.1. Загальні положення оцінки якості річкових вод .....	153
6.2. Оцінка якості води за критеріями мінералізації води та забрудненням компонентами сольового складу.....	155
6.3. Оцінка якості води за еколого-санітарними показниками.....	160
6.4. Оцінка якості води за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії .....	163
6.5. Інтегральна екологічна оцінка якості води річок .....	167
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>180</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>183</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>197</b>

## ПЕРЕДМОВА

В курсі «Гідрохімія України», який викладається студентам-гідрологам і стосується різних водних об'єктів (річок, озер, водосховищ, морів, підземних вод), особлива увага приділяється питанням гідрохімії річок. Цей розділ дуже важливий, оскільки річки надзвичайно відчують на собі антропогенний вплив, а річкові води найбільше задіяні у процесі водокористування різними галузями економіки. Тому питання хімічного складу та якості річкових вод завжди актуальні і вимагають поглибленого вивчення студентами, зокрема на регіональному рівні, оскільки в басейнах окремих річок по різному складається гідроекологічна ситуація.

Ліві притоки Дніпра – Сула, Псел і Ворскла відіграють надзвичайно важливу роль для території Лівобережного лісостепу України, яка адміністративно припадає на Сумську та Полтавську області. Псел і Ворскла є транскордонними річками — беруть початок у Белгородській області Російської Федерації.

У басейнах цих річок діють підприємства гірничо-видобувного та паливно-енергетичного комплексу. Так, у верхів'ях Ворскли у Белгородській області знаходиться Яковлевське залізрудне родовище — одне з восьми найвідоміших родовищ Курської магнітної аномалії. Територія Сумської і Полтавської областей є важливим нафтогазовидобувним регіоном України. На двох річках знаходяться обласні центри і вони ж промислові центри регіону: на р. Псел – м. Суми, на р. Ворскла – м. Полтава.

Регіон історично має економічні зв'язки з Російською Федерацією. Зокрема, Сумська область разом з Курською областю входять до складу єврорегіону “Ярославна”, важливим завданням якого є відпрацювання механізмів сталого еколого-економічного розвитку території.

Річки Лівобережного лісостепу України надзвичайно збалансовують екологічну ситуацію в регіоні. Їхні водні ресурси використовуються для водопостачання, зрошення, риборозведення. Не можливо переоцінити рекреаційний потенціал цих річок, відомий на всю країну.

Потреба в дослідженнях регіональних закономірностей формування та режиму розчинених у річкових водах речовин, з урахуванням впливу на їхній хімічний склад природних і техногенних факторів, пов'язана з практичним вирішенням ключових

завдань проблеми раціонального використання, охорони і відтворення водних ресурсів. Тому конкретні регіональні гідрохімічні дослідження поверхневих вод Лівобережного лісостепу України є дуже важливими. Вони дають змогу на фоні загальних зональних закономірностей зрозуміти особливості хімічного складу вод та гідрохімічного режиму місцевих річок, а також їхній вплив на якість води головної річки - Дніпро, в яку вони впадають.

Матеріал викладається студентам за такими основними аспектами:

- загальні поняття про умови формування хімічного складу природних вод;

- комплексне вивчення закономірностей формування хімічного складу води, внутрішньорічного гідрохімічного режиму річок Лівобережного лісостепу України за фізико-хімічними показниками води, головними іонами, біогенними речовинами, мікроелементами та специфічними забруднювальними речовинами (1989-2009 рр.);

- оцінка багаторічної трансформації хімічного складу річкових вод Сули, Псла та Ворскли (1946-2009 рр.) за мінералізацією та вмістом головних іонів;

- виділення трьох характерних періодів для досліджуваних річок: умовного гідрохімічного фону (1946-1979 рр.); трансформаційного (1980-1993 рр.); сучасного (1994-2009 рр.).

- вивчення особливостей часової і просторової динаміки якості річкових вод басейнів Лівобережного лісостепу України за трьома блоками гідрохімічних показників: сольовим складом, еколого-санітарними показниками та специфічними речовинами токсичної дії;

- виявлення характеру і ступеня забрудненості річкових вод басейнів.

У навчальному посібнику «Гідрохімія річок Лівобережного лісостепу України» значною мірою використано матеріали досліджень за науковим напрямком з гідрохімії регіональних басейнових систем, який розвивається на кафедрі гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка і відповідає підходам, викладеним у «Водній рамковій директиві Європейського Союзу» (2000).

Авторський колектив: Хільчевський В.К. – доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач

кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка; О.О. Винарчук – викладач екологічного факультету Університету сучасних знань (м. Київ); О.М. Гончар – кандидат географічних наук, асистент кафедри гідроекології, водопостачання та водовідведення географічного факультету Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича; М.Р. Забокрицька – кандидат географічних наук, доцент кафедри географії географічного факультету Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (м. Луцьк); Р.Л. Кравчинський – кандидат географічних наук, старший науковий співробітник відділу геоєкології та пошукових досліджень Інституту геологічних наук НАН України (м. Київ); В.А. Сташук – доктор технічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України, Голова Державного агентства водних ресурсів України; О.В. Чунарьов – кандидат географічних наук, заступник голови Державного агентства водних ресурсів України.

Автори вдячні С.М. Курилу – кандидату географічних наук, доценту кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка за методичну допомогу в дослідженні багаторічної трансформації хімічного складу річкових вод.

## РОЗДІЛ 1

### УМОВИ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПРИРОДНИХ ВОД

Фактори, які зумовлюють формування хімічного складу природних вод, можуть бути прямими та опосередкованими, або головними та другорядними. *Прямі фактори* – ті, що безпосередньо впливають на склад води, її гідрохімічний тип (грунти, гірські породи); *опосередковані* – ті, що діють опосередковано, тобто через прямі фактори (наприклад, рельєф).

За характером впливу фактори, які зумовлюють формування хімічного складу природних вод, поділяються на такі групи: 1) фізико-географічні (рельєф, клімат, вивітрювання, ґрунтовий покрив); 2) геологічні (склад гірських порід, тектонічна будова, гідрогеологічні умови); 3) фізико-хімічні (хімічні властивості елементів, кислотно-лужні та окисно-відновні умови, змішування вод і катіонний обмін); 4) біологічні (діяльність рослин і живих організмів); 5) штучні (антропогенні, техногенні) – всі фактори, пов'язані з діяльністю людини.

Умови формування природних вод залежать від взаємодії та послідовності прояву зазначених факторів, неоднакових для поверхневих і підземних вод. Наприклад, фізико-географічні та біологічні фактори переважно впливають на склад поверхневих вод і є другорядними при формуванні підземних.

#### 1.1. Фізико-географічні фактори

**Рельєф** належить до опосередкованих факторів, впливає на умови водообміну, від яких залежать мінералізація та хімічний склад природних вод. Ступінь розчленованості рельєфу зумовлює розміри поверхневого стоку й дренуваність підземних вод.

**Клімат** передусім зумовлює метеорологічні фактори, від яких залежить водний режим поверхневих і підземних вод. Основними метеорологічними елементами є атмосферні опади, температура і випаровування.

Формування хімічного складу природних вод починається в атмосфері. З усіх природних вод найшвидші зміни мінералізації і складу спостерігаються в атмосферних опадах. Проте, незважаючи на таку мінливість, склад опадів в цілому є характерним для даної



місцевості, відповідно до типу географічного ландшафту. Мінералізація атмосферних опадів переважно нижча, ніж у річках і озерних водах. Оподи звичайно зменшують мінералізацію поверхневих і ґрунтових вод.

Температура повітря впливає на склад води як самосадочних озер, так і прісних поверхневих вод. В останньому випадку склад води змінюється внаслідок випадання з неї карбонату кальцію за підвищення температури. Тому влітку в умовах жаркого клімату трапляється садка кальциту в мілководних, добре прогрітих водоймах.

Хімічний склад води змінюється також під впливом низьких температур при промерзанні. В разі кристалізації льоду виділяються важкорозчинні сполуки, а в розчинах зберігаються найбільш легкорозчинні за низьких температур сполуки, до яких належать хлориди кальцію, магнію і натрію.

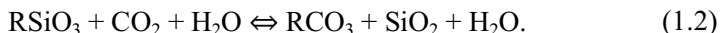
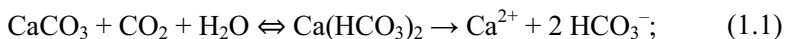
Випаровування є одним з важливих факторів формування мінералізації та хімічного складу поверхневих і ґрунтових вод. Найвагомішим цей фактор є в районах, де відношення сумарного випаровування до суми атмосферних опадів виявляється найбільшим, тобто в районах пустель, напівпустель і сухих степів. Під впливом випаровування в засолених поверхневих водоймах відбувається випадання солей в осад (спочатку менш, а потім більш розчинних). Води гідрокарбонатні перетворюються насамперед на сульфатні, а потім – сульфатно-хлоридні й навіть хлоридні.

**Вивітрювання** має суттєве значення у формуванні хімічного складу природних вод. Розрізняють фізичне, хімічне та біологічне вивітрювання гірських порід. На склад вод суттєво впливають два останніх види вивітрювання.

Хімічне вивітрювання гірських порід складається з процесів розчинення, гідролізу, гідратації й окиснення. Ці процеси екзотермічні, тобто протікають з виділенням тепла.

Хімічне вивітрювання поділяється на вуглекислотне й сірчаноокислотне. Інтенсивність вуглекислотного вивітрювання визначається концентрацією  $\text{CO}_2$  у водах. Проте з породою взаємодіє лише частина діоксиду вуглецю, яка називається агресивною, тобто є надлишковою відносно до рівноважного вмісту кальцію.

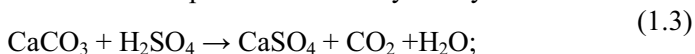
Вуглекислотне вивітрювання описується за схемою:



Якщо вуглекислотне вивітрювання руйнує кальцієвий силікат, то, як свідчить друга реакція, утворюється слаботорозчинний  $\text{CaCO}_3$ , а під дією подальшого процесу вуглекислотного вивітрювання утворюється більш розчинна сполука кальцію згідно з першою реакцією.

При сірчаноокислотному вивітрюванні важливим компонентом є сірчана кислота, яка утворюється за окиснення сульфідів.

Сірчаноокислотне вивітрювання має таку схему:



Завдяки спорадичному поширенню сульфідів у гірських породах сірчаноокислотне вивітрювання інтенсивно виявляється місцями, у зонах сульфідного орудення. Особливістю вод цієї зони є сильна кислотність і високий вміст важких металів.

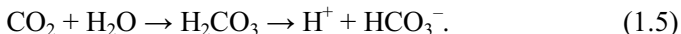
Біологічне вивітрювання найбільш інтенсивне там, де кількість атмосферних опадів перевищує випаровуваність, а температура досить велика.

Утворюється висока концентрація організмів, які виділяють органічні кислоти, що активно сприяють перетворенню кристалічних ґраток мінералів. Гумусові кислоти надають воді агресивності до гірських порід.

**Ґрунти** збагачують воду іонами, газами, органічними речовинами. Вплив ґрунтового покриву на формування вод подвійний: з одного боку, ґрунти можуть збільшувати мінералізацію атмосферних опадів, які фільтруються крізь них, а з іншого – змінювати хімічний склад ґрунтових вод, що вступають з ґрунтами у взаємодію. Кількісно це визначається типом ґрунтів. Якщо вода просочується крізь бідні на солі торф'янисто-тундрові чи болотні ґрунти, вона збагачується на органічні речовини і лише малою мірою – іонами. Подібне спостерігається й у підзолистих ґрунтах. Значно більшу кількість солей віддають у воду чорноземи й каштанові

грунти. Найсильніше впливають на мінералізацію вод, які фільтруються, солончакові ґрунти.

Під час просочування води крізь ґрунт в результаті окиснення органічної речовини змінюється також і склад розчинених газів. Вміст кисню при цьому зменшується, а кількість  $\text{CO}_2$  відповідно зростає. Діоксид вуглецю, що виділяється, є джерелом утворення гідрокарбонатних іонів:



При взаємодії ґрунтових вод з ґрунтами, крім вилугування солей, змінюється склад води внаслідок іонного обміну, процесів мінералоутворення чи заміщення мінералів, які вже є в ґрунті поряд з іншими. Інтенсивність перетворення залежить від типу ґрунту, вмісту в ньому колоїдів, здатних адсорбувати іони, а також обмінювати поглинуті іони водних розчинів. Вбирні комплекси ґрунтів розрізняються за своїм характером. Ґрунти середніх широт, наприклад, чорноземи, звичайно мають у складі вбирного комплексу на першому місці кальцій, на другому – магній. У меншій кількості присутні інші катіони. Ґрунти північних широт сильно вилужені, до вбирного комплексу поряд з натрієм, кальцієм і магнієм входять іони водню.

## 1.2. Геологічні фактори

Гірські породи є провідним фактором формування мінералізації та хімічного складу природних вод. Головними розчинними мінералами, які переважно зумовлюють склад природних вод, є галіт  $\text{NaCl}$ , гіпс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , кальцит  $\text{CaCO}_3$ , доломіт  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . Такі добре розчинні мінерали, як мірабіліт, астраханіт, глауберит, мають локальне поширення. Залягаючи на глибині, кам'яна сіль збагачує води на хлориди натрію. Мінералізація в цьому випадку різко підвищується. Хлоридні натрієві високомінералізовані води й розсоли трапляються в багатьох районах земної кулі, їх розвиток збігається з поширенням соленосних фацій, при вилугуванні яких вони утворюються.

Наявність у надрах гіпсомістких фацій є причиною виникнення сульфатних кальцієвих вод, мінералізація яких становить близько  $2\text{--}3 \text{ г/дм}^3$ , що визначається розчинністю гіпсу. Гідрокарбонатні кальцієві води частіше утворюються при розчиненні карбонатів

кальцію, досить поширених у природі (вапняки, вапняковий цемент у пісковиках, вапнякові ґрунти тощо). За відсутності діоксиду вуглецю розчинність  $\text{CaCO}_3$  в нормальних умовах становить лише  $13 \text{ мг/дм}^3$ . Розчинність карбонатів лужних металів різко зростає за наявності у воді  $\text{CO}_2$ , а в разі великої кількості діоксиду вуглецю розчинність  $\text{CaCO}_3$  може перевищувати  $1 \text{ г/дм}^3$  (вуглекислі мінеральні води).

Гідрокарбонатні магнієві води є винятком серед осадових порід, що зумовлено рідкісністю мінералів відповідного складу. Магnezіальні води утворюються шляхом вуглекислотного вивітрювання багатих на магній вивержених порід (перидити, габро, дуніти). У звичайних умовах їх мінералізація не перевищує  $0,5\text{-}0,6 \text{ г/дм}^3$ .

Гідрокарбонатні натрієві (содові) води ( $\text{HCO}_3^- > \text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$ ) найчастіше формуються за вивітрювання масивно-кристалічних осадових порід, які містять натрій. Аніони  $\text{HCO}_3^-$ , виникаючи при розчиненні у воді  $\text{CO}_2$ , мають здебільшого біохімічне і частково повітряне походження. Поява іонів натрію у сполученні з гідрокарбонатами спостерігається за вивітрювання натрієвих польових шпатів тощо.

### 1.3. Фізико-хімічні фактори

**Хімічні властивості елементів.** Наявність у природній воді будь-якого елемента зумовлюється не тільки його загальним вмістом у породах і ґрунтах, а й міграційною здатністю (здатністю переміщуватися), яка залежить від фізико-хімічних констант даного іона та умов середовища. Сполучення внутрішніх і зовнішніх факторів і визначає поведінку хімічних елементів у природних водах. До *внутрішніх факторів* належать такі характеристики елементів: валентність, іонні радіуси, іонні потенціали; до *зовнішніх* – енергетика Землі, склад атмосфери, біогенні умови й клімат.

Поведінка іонів у водних розчинах залежить від валентності та іонних радіусів: чим більша валентність для багатьох металів, тим менш розчинні сполуки вони утворюють і, відповідно, нижча їх міграційна здатність. Одновалентні лужні метали переважно утворюють легкорозчинні сполуки ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), двовалентні лужноземельні – менш розчинні ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgCO}_3$ ). Ще менш розчинні сполуки тривалентних металів ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ). Проте існують і винятки, такі, наприклад, як  $\text{MgSO}_4$  – добре розчинна сіль, а

AgCl розчиняється погано. Різновалентні іони одного елемента характеризуються різною рухливістю у водному середовищі.

Рухливість гідратованих іонів тим більша, чим більші іонний радіус і валентність. Згідно з цим найвища міграційна здатність має бути в іонів:  $\text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{CO}_3^{2-}$ ;  $\text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ . Проте залежно від характеру середовища рухливість іонів значно змінюється. Наприклад, нітрати ( $\text{NO}_3^-$ ) в результаті засвоєння їх рослинами і процесів денітрифікації найчастіше повністю затримуються у процесі руху. Лише в специфічних умовах вони накопичуються у ґрунтових водах. Рухливість калію значно нижча, ніж у кальцію й магнію внаслідок поглинання його рослинами і тваринами.

Міграційна здатність елементів залежить значною мірою від рН, при якому відбувається випадання гідроксидів. Багато хімічних елементів рухливі у широкому діапазоні рН і можуть інтенсивно мігрувати як у кислому, так і в лужному середовищах (натрій, калій, цезій, літій, рубідій, фтор, бром, йод та ін.). У розбавлених розчинах осадження починається при більш високих рН.

**Окисно-відновні процеси** мають суттєвий вплив на міграційну здатність елементів, їх розсіювання та концентрацію. Розрізняють окиснювальні та відновлювальні умови. Всі *окиснювальні умови* характеризуються наявністю у водах вільного кисню атмосфери. Крім кисню, окисниками можуть бути елементи, що мають високі ступені окиснення, такі як  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{4+}$ ,  $\text{S}^{6+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  та ін., а також азотна кислота та її солі, концентрована сірчана кислота, хлорна і бромна вода та інші хімічні елементи, здатні приймати електрони. Отже, головним критерієм окиснювальних умов є наявність вільного кисню у водах. За його нестачею таким показником є тривалентне залізо.

В підземних водах на певній глибині утворюється «киснева поверхня», нижче якої вода не містить вільного кисню. Глибина залягання цієї поверхні в умовах інтенсивного та тривалого водообміну в породах, які не містять органічних речовин (нафту, вугілля тощо), досягає сотень метрів, а в окремих випадках – глибини 1 км і більше від рівня підземних вод.

У *відновлювальних умовах* кисню немає, а з'являються такі гази, як  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ . Важливими агентами відновних реакцій у природних водах є мікроорганізми, які розкладають органічну речовину. В умовах відновлювального середовища тривалентне залізо і чотиривалентний марганець переходять у двовалентну форму,

сульфати переходять у сульфіді. Наявність у водах  $\text{H}_2\text{S}$  призводить до осадження металів, які утворюють нерозчинні сульфіді, тобто  $\text{PbS}$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{CuS}$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$  тощо. Лужні та лужноземельні метали ( $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$ ) легко втрачають валентні електрони й переходять у стан позитивно заряджених катіонів, тому вони є також сильними відновниками. Вони розкладають воду, виділяючи з неї водень. Отже, одним з головних критеріїв відновлювальних умов є двовалентне залізо та відсутність кисню.

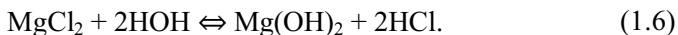
Здатність до окиснення й відновлення характеризується *окисно-відновним потенціалом* ( $E_h$ ) атомів та іонів, що вимірюється у вольтах, стосовно стандартної окисно-відновної реакції, потенціал якої дорівнює нулю. Такою реакцією вважають перехід водню з газоподібного стану до стану іона ( $\text{H}_2 - 2e = 2\text{H}^+$ ). Наприклад, при окисненні іон гідроксиду заліза  $\text{Fe}^{2+}$  переходить в  $\text{Fe}^{3+}$ , віддаючи власний електрон. При цьому розчин гідроксиду заліза  $\text{Fe}^{3+}$  матиме вищий електричний потенціал, ніж розчин гідроксиду заліза  $\text{Fe}^{2+}$ .

$E_h$  може бути негативним або позитивним. У першому випадку це означає, що дана система є більш окиснювальною порівняно зі стандартною водневою системою, у другому – вона належить до більш відновлювальної системи, ніж стандартна.

В природних водах  $E_h$  буває від +700 до -500 мВ. Поверхневі та ґрунтові води, які містять вільний кисень, мають вузький інтервал  $E_h$  – від +150 до +700 мВ. Тріщинно-ґрунтові води вивержених порід на глибині 250-300 м мають  $E_h$  більше за 0. Підземні води нафтових родовищ мають  $E_h$  значно нижче за 0 (до -500 мВ). За таких умов розвиваються процеси відновлювання  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  та ін.

**Гідроліз солей.** Багато речовин вступають у реакцію обмінного розкладання, яка називається гідролізом, при якому спостерігається зрушення рівноваги дисоціації води  $\text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$  за рахунок зв'язування одного з іонів розчиненої речовини з утворенням малодисоційованого або важкорозчинного продукту. *Гідроліз* – це хімічна взаємодія іонів розчиненої солі з водою, яка супроводжується зміненням реакції середовища. Внаслідок зворотності гідролізу рівновага цього процесу залежить від усіх факторів, які впливають на рівновагу іонного обміну.

Гідролізу підлягають солі слабких кислот і слабких основ. Солі, утворені сильною кислотою і сильною основою, гідролізу не підлягають. Як приклад можна навести процес гідролізу хлористого магнію:



У цьому випадку зв'язується  $\text{OH}^-$ , і рівновага зсувається в бік накопичення іонів водню. Розчин стає кислим. Тому природні води, які містять великі концентрації  $\text{MgCl}_2$ , агресивні відносно до бетону (так звана магнезова агресія).

Властивість кислот і основ віддавати іони  $\text{H}^+$  і  $\text{OH}^-$  характеризується константами дисоціації. Кислоти, розташовані у послідовності стосовно їхньої здатності знижувати рН природних вод, наведені в табл. 1.1. Аналогічно розташовані константи дисоціації основ за здатністю підвищувати рН природних вод (табл. 1.2).

**Таблиця 1.1**

**Константи дисоціації кислот**

Кислота	$K_{\text{дис}}$	Кислота	$K_{\text{дис}}$	Кислота	$K_{\text{дис}}$	Кислота	$K_{\text{дис}}$
HCl	$1 \cdot 10^7$	$\text{H}_2\text{AsO}_4$	$6 \cdot 10^{-3}$	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$4,5 \cdot 10^{-7}$	$\text{H}_3\text{BO}_3$	$6 \cdot 10^{-10}$
$\text{H}_2\text{SO}_4$	$1 \cdot 10^{-3}$	HF	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$\text{H}_2\text{S}$	$6 \cdot 10^{-8}$	$\text{H}_4\text{SiO}_4$	$2,2 \cdot 10^{-10}$

**Таблиця 1.2**

**Константи дисоціації основ**

Основа	$K_{\text{дис}}$	Основа	$K_{\text{дис}}$	Основа	$K_{\text{дис}}$
NaOH	5,9	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$4,3 \cdot 10^{-5}$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
LiOH	$6,75 \cdot 10^{-1}$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$\text{NH}_4\text{OH}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$

За наявності у воді іонів деяких лужних металів ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) та аніонів слабких кислот ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{S}^-$ ,  $\text{H}_2\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{HSiO}_4^-$ ) виникає гідроліз цих аніонів, що призводить до розкладання води і зв'язування іона  $\text{H}^+$  у сполуку, яка слабо дисоціює. Активність іона  $\text{OH}^-$  стає більшою, ніж активність  $\text{H}^+$ . Отже, інтенсивність зростання рН у реакціях гідролізу збільшується зі зменшенням константи дисоціації кислоти.

Оскільки в природних водах серед аніонів слабких кислот переважає іон  $\text{HCO}_3^-$ , то вважається, що лужність природних вод зумовлюється здебільшого гідролізом карбонатних іонів.

У формуванні кислотно-лужних умов велике значення має також гідроліз катіонів. За наявності у воді аніонів сильних кислот і елементів з низькими константами дисоціації гідроксидів або комплексних сполук трапляється зв'язування іона  $\text{OH}^-$ . Активність іона  $\text{H}^+$  стає більшою за активність  $\text{OH}^-$ , і зменшується рН розчину. Отже, зменшення рН у реакціях гідролізу катіонів є тим сильнішим, чим менша константа дисоціації основи.

Реакції гідролізу важливі при формуванні іонно-сольового складу природних вод – вони спричинюють розкладання складних породоутворювальних мінералів і перетворення їх на менш розчинні (переважно глинисті) сполуки шляхом заміщення катіонів породи на водневий іон води.

**Змішування вод** – це один з найпоширеніших у природі процесів, який швидко протікає й охоплює одночасно дуже великі об'єми вод, що взаємодіють. Вперше детальні дослідження змішування підземних вод виконав у 1909 р. О.М. Огільві, потім у 1925 р. – В.П. Шишокін, який запропонував аналітичне рівняння цього процесу як прямолінійного:

$$y = ax + v, \quad (1.7)$$

де  $x$  і  $y$  – вміст двох складових частин у даному об'ємі води;  $a$  і  $v$  – постійні параметри, загальні для даної пари частин.

Подальші дослідження свідчать, що висновки стосовно опису процесу змішування рівнянням прямої лінії достовірні лише у вузьких межах. Ймовірно причиною відхилення цього процесу від прямолінійного закону є осадження солі з розчинів, які змішуються.

Характер взаємодії визначається мінералізацією й хімічним складом вод, які змішуються. Так, інтенсивне випадання осаду трапляється при змішуванні вод, які містять несумісні солі-антагоністи, наприклад,  $\text{NHCO}_3$  і  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  і  $\text{CaCl}_2$ . В результаті реакцій формується вода нового складу, відмінного від початкового.

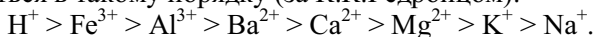
У річках й озерах явище змішування поширене внаслідок впадання приток з різним хімічним складом вод, а також за рахунок живлення підземними водами, а також внаслідок скидання стічних вод. Тому склад води цих водних об'єктів не скрізь однаковий.

**Катіонний обмін** є результатом взаємодії, з одного боку, дрібнодисперсної (глинистої) частини гірських порід, а з іншого – водного розчину. Через це він впливає як на фізичні властивості породи, так і на хімічний склад води.



Інтенсивність катіонного обміну залежить від багатьох факторів, головними з яких є ступінь дисперсності породи, природа катіонів, що обмінюються, рН середовища, концентрація електролітів у розчині. Звичайно, чим вища дисперсність породи, тим більша здатність її до обміну. Тому вплив катіонного обміну на хімічний склад відзначається в глинах і глинистих породах.

Вивчення обмінних реакцій свідчить, що поглинання катіонів за інших однакових умов залежить від їх валентності, тобто чим вища валентність, тим сильніше вони поглинаються й утримуються породою. Якщо ж катіони мають однакову валентність, поглинання зростає за відносною атомною масою. За енергією обміну катіони розташовуються в такому порядку (за К.К.Гедройцом):



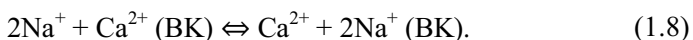
Надзвичайна роль у реакціях катіонного обміну належить водню. Його енергія обміну не тільки вища, ніж в одновалентних, а й у двовалентних катіонів.

Якщо, наприклад, кальцієва вода циркулює серед порід, у вбирному комплексі яких міститься натрій, то кальцій, який має більшу енергію обміну, активно витіснить натрій з породи, посідаючи його місце. Внаслідок зворотності ця реакція не дійде до кінця, проте в результаті іони натрію досягнуть в розчині домінуючого значення й вода з кальцієвої стане натрієвою.

Впливає на поглинання катіонів і реакція середовища. Чим більше водневих іонів у воді (чим менше рН), тим сильніше вони перешкоджають проникненню інших катіонів до колоїдного комплексу. Обмінна властивість ґрунту підвищується при збільшенні рН розчину, з яким ґрунт перебуває в рівновазі. Зокрема, при зростанні рН середовища від 6 до 11 обмін може зростати у 2-3 рази.

Спостереження свідчать, що також зі збільшенням концентрації елементів обмінна властивість зростає. Наприклад, якщо концентрація натрію достатньо висока, то частина іонів кальцію з вбирного комплексу буде витіснена іонами натрію.

Відповідно між вбирним комплексом породи й взаємодійним з ним іонним складом води встановлюватиметься рухлива рівновага, за якої кількість поглинутих катіонів залежить як від адсорбційної здатності, так і від концентрації. Таку рівновагу іонного складу води з вбирним комплексом (ВК) породи зображують схемою:



Рівновага зсувається вправо при збільшенні концентрації іонів  $\text{Na}^+$  і вліво – при її зменшенні чи збільшенні вмісту іонів  $\text{Ca}^{2+}$ .

Розрізняють дві категорії катіонів у гірських породах: ті, що легко переходять у розчин і здатні брати участь у реакціях (обмінні катіони), та сильно закріплені в кристалічних ґратках мінералів, які важко переходять у розчин внаслідок руйнування ґраток при вивітрюванні (необмінні катіони).

У природних водах обмін переважно катіонний, а не аніонний. Пояснюється це тим, що колоїдний склад порід і ґрунтів утворюється здебільшого з  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  та інших негативно заряджених міцел, завдяки чому вони поглинають заряджені катіони.

Процеси катіонного обміну інтенсивні в ґрунтових водах у глинистих, суглинкових і супіщаних породах, тобто в тих, що містять колоїди. За таких умов виникають сульфатні натрієві і гідрокарбонатні натрієві води.

#### 1.4. Біологічні фактори

До цих факторів належать життєдіяльність рослин і тваринних організмів. Вони зумовлюють біогенну метаморфізацію природних вод, збагачують у деяких випадках води на мікрокомпоненти. Вибіркова здатність рослин накопичувати хімічні елементи полягає в тому, що окремі види рослин вбирають з розчину і накопичують у своїх тканинах надзвичайну кількість хімічних елементів.

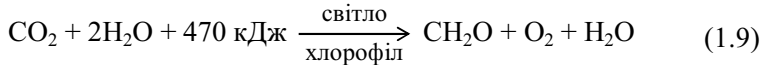
Серед рослин є так звана група фреатофітів, найбільш пов'язана з ґрунтовими водами. До неї належать осока, очерет, а також ціла низка видів деревної рослинності й кущів. Усі види фреатофітів мають добре розвинену кореневу систему, яка заглиблюється до 20-30 м.

До групи фреатофітів належать соленакопичувальні види рослин – галофіти, які мають здатність накопичення іонів натрію і хлору. Якщо, наприклад, кермек і полин ростуть на одному й тому ж ґрунті, то кермек вбирає переважно сульфати, а полин – хлориди.

Рослинність впливає на характер ґрунтових реакцій. Так, хвойні ліси сприяють збільшенню кислотності завдяки кислим властивостям їх органічних залишків (рН водної витяжки з хвої дорівнює 4). Трав'яниста рослинність, навпаки, сприяє накопиченню основ у ґрунтових розчинах.

Водні рослини змінюють газовий та хімічний склад водою.

У процесі *фотосинтезу* води збагачуються киснем, зменшується і концентрація  $\text{CO}_2$ , який поглинається при цьому. Крім того, таким чином у водоймах створюється органічна речовина (первинна продукція):



У цьому рівнянні  $\text{CH}_2\text{O}$  символізує вуглеводи. В цілому ж фотосинтез – досить складний багатоступінчастий процес, який включає сукупність фотохімічних і біохімічних процесів.

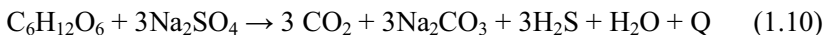
Отже, в результаті життєдіяльності рослин водоюми збагачуються на органічну речовину, необхідну для життєдіяльності тваринних організмів. Крім того, акумулюється хімічна енергія, яка створює умови для протікання багатьох хімічних реакцій. Мікроорганізми, особливо важливі в процесах метаморфізації хімічного складу природних вод, розвиваються як у поверхневих, так і в підземних водах, що залягають на глибині 1000 м і більше, при температурі від кількох градусів нижче нуля до  $85\text{-}90^\circ\text{C}$ . Діапазон мінералізації вод, придатних для мікроорганізмів, також широкий – галофільні бактерії існують в солоних водах. Однак високі мінералізація і температура пригнічують діяльність бактерій.

Бактерії бувають *аеробні та анаеробні*. Перші живуть і розвиваються лише за наявності вільного кисню, який використовується для дихання, другі – в разі його нестачі, а необхідний для них кисень беруть з органічних сполук (наприклад, вуглеводів) чи з мінеральних солей – нітритів, сульфатів тощо.

Аеробні умови характерні для поверхневих вод суші, для річкових і озерних водойм і неглибоких морів. Анаеробна бактеріальна діяльність трапляється в застійних водних басейнах – болотах, лиманах, на дні глибоких морів і в товщі осадових порід нижче зони аерації.

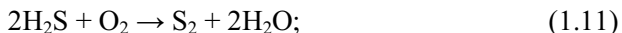
В поверхневих і підземних водах виявлено різні групи бактерій: десульфуючі, сульфатредукуючі бактерії, амоніфікатори, денітрифікатори й багато інших. Десульфуючі бактерії належать до числа анаеробних організмів і сприяють відновленню сульфатів та утворенню сірководню.

Десульфування приводить до того, що з води зникають сульфатні іони, з'являються  $\text{H}_2\text{S}$  і  $\text{CO}_2$ , змінюється хімічний тип води:



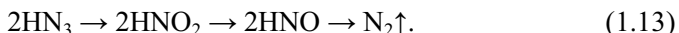
Десульфування сульфатних натрієвих вод сприяє утворенню карбонатних натрієвих (содових вод).

У поверхневих водах можуть протікати процеси, в результаті яких  $\text{H}_2\text{S}$  окиснюється до  $\text{S}_2$  сіркобактеріями:

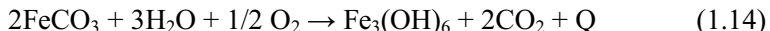


Амоніфікатори – бактерії, які спричиняють виникнення аміаку за рахунок розкладу органічних речовин, що містять у своєму складі білок. Нітрифікатори окиснюють аміак до нітритів і нітратів.

Денітрифікатори розкладають нітрити і нітрати з виділенням вільного азоту:

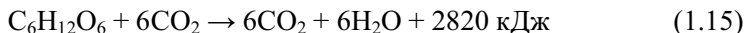


Впливають на хімічний склад природних вод і залізобактерії. Вони здатні відкладати гідроксид заліза (гідрогель)  $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$ :



Залізобактерії здатні відкладати і марганець. Мають найбільшу активність у холодних водах ( $5-10^\circ\text{C}$ ), інколи утворюють великі скупчення.

В процесі життєдіяльності мікроорганізми впливають на газовий режим водойм і хімічний склад води. При диханні мікроорганізмів поглинається кисень і виділяється діоксид вуглецю:



Це рівняння характеризує загальний баланс речовин при диханні. На противагу від фотосинтезу даний процес супроводжується утворенням молекул води.

Мікроорганізми розкладають у водоймах залишки відмерлих рослинних і тваринних організмів. Такий процес може закінчуватися повним розкладом органічних речовин з утворенням простих мінеральних сполук ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$  тощо). Ця діяльність

мікроорганізмів важлива для природного очищення вод (процесів самоочищення).

Крім того, мікроорганізми вилучають з води різні хімічні елементи (N, P, K, C, Ca, мікроелементи).

### 1.5. Антропогенні фактори

До них належать усі фактори, які впливають на формування складу вод внаслідок діяльності людини. Антропогенні фактори ще називають *техногенними*. За характером дії вони поділяються на хімічні й фізичні. *Хімічний вплив* – це наводження до водних об'єктів речовин зі стічними водами, з атмосфери, а також з інших джерел, що змінює природний хімічний склад вод.

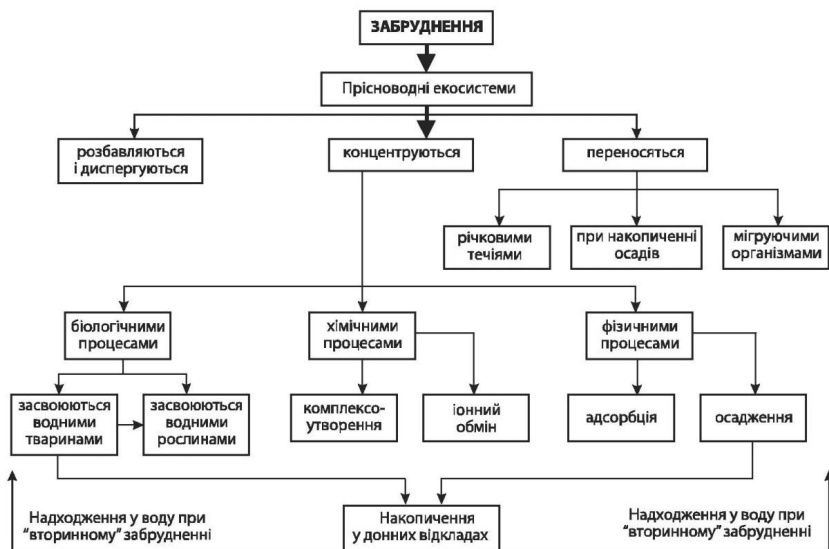
*Фізичний вплив* – це зміни фізичних параметрів. Обидва впливи називають антропогенним забрудненням, а речовини, які надходять при цьому, – забруднювальними. Загальним для них є способи проникнення у водні об'єкти: пряме чи розсіяне скидання стічних вод (і твердих відходів) промисловості, житлово-комунального і сільського господарства; надходження з атмосфери; при експлуатації суден; з донних відкладів тощо.

У результаті антропогенного впливу в природні води потрапляють як іони, подібні до тих, що звичайно входять до складу незабруднених вод (хлориди, сульфати, натрій тощо), так і компоненти, які в природних водах не спостерігаються (пестициди, синтетичні поверхнево-активні речовини, деякі важкі метали). Поширення забруднювальних речовин у прісноводних екосистемах має певні закономірності (рис. 1.1).

Отже, антропогенні фактори можуть спричиняти зростання (або зниження) концентрації у природних водах компонентів, присутніх у незабруднених водах; зміни спрямованості природних гідрохімічних процесів; збагачення природних вод сторонніми речовинами.

Наприклад, зміни у спрямованості гідрохімічних процесів можуть виникати через нафтову плівку, яка утворилася внаслідок аварійних скидів із суден на межі поділу повітря – вода, оскільки вона значною мірою зумовлює хімічний і біологічний цикли, зокрема стан карбонатної системи. Це також впливає на фізичні характеристики – перенесення кисню, проникнення світла, випаровування. Крім того, речовини, які містяться у плівці, можуть бути центрами комплексоутворення з металами. При розтіканні

плівки нафти поверхнею води вона утворює мультимолекулярний шар, який здатний вкрити великі поверхні. Приблизно 15 т мазуту протягом 6-7 діб розтікається і вкриває поверхню близько 20 км<sup>2</sup>.



**Рис. 1.1. Схема розподілу забруднювальних речовин у прісноводних екосистемах (за А.М. Ніканоровим)**

Сторонніми природним водам сполуками й елементами, які надходять внаслідок антропогенного впливу, вважають пестициди, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), деякі органічні сполуки, окремі важкі метали. Виявлено, що у природі води потрапляє більш ніж 30 мікроелементів за рахунок господарської діяльності. Найбільшу рухливість мають елементи групи молібдену, селену, урану й ванадію, якщо вони містяться у вигляді оксидів. Рухливість залежить від рН. Наприклад, у кислому середовищі висока рухливість характерна для Mo, V, U, Se, Sr, Zn, Cu, Ni, Hg, As, Cd та ін., у лужному й нейтральному – Mg, F, Sr, Ra. Слід зазначити, що у нейтральному середовищі дуже низька рухливість у таких елементів, як Al, Ti, Sn, Ag, Te, Cr, Zn, Cu, Co, Ni, Hg. Мікроелементи природного й антропогенного походження змішуються, тому виникають труднощі при визначенні їх за генезисом у валовому вмісті мікроелементів у воді.

## 1.6. Гідрохімічна зональність

Це лише окремий випадок прояву загального для природи закону зональності. Розрізняють два основних типи зональності: *географічну*, або *горизонтальну*, *геологічну*, або *вертикальну*. Чергування географічних зон можна простежити на поверхні Землі в напрямі з півночі на південь, а геологічних зон – у міру заглиблення в її надра. На великих висотах можна також зафіксувати зміну повітряних мас (оболонки чи зон), які відрізняються за своєю густиною і, ймовірно, за хімічним складом, тобто спостерігається вертикальна зональність.

Наочним прикладом географічної є зональність ґрунтів на земній поверхні, яку описано В.В.Докучаєвим.

Залежно від впливу на водні ресурси розрізняють аридний і гумідний клімат. *Аридний клімат (пустельний)* характеризується високими температурами і сильним випаровуванням, яке значно перевищує кількість опадів. В аридних кліматичних умовах формуються засолені ґрунти (солончаки, солонці) і ґрунтові води високої мінералізації. *Гумідний клімат*, навпаки, характеризується більшою, ніж випаровуваність, кількістю опадів, які фільтруються в ґрунт, утворюючи промивний режим; надлишок вологи стікає поверхнею у вигляді річок і струмків. Ґрунти стають добре промитими, з малою кількістю розчинених солей, а ґрунтові води характеризуються помірною чи низькою мінералізацією.

Гідрохімічна зональність, крім кліматичних умов і ґрунтового покриву, зумовлюється й рослинністю.

Гідрохімічна зональність властива поверхневим і атмосферним водам, а також ґрунтовим водам, тобто першому від поверхні водоносному горизонту. Згадані природні води перебувають під безпосереднім впливом кліматичних, ґрунтових і геоботанічних факторів, тобто фізико-географічних. Провідна роль належить, безумовно, клімату.

Суть гідрохімічної зональності полягає в тому, що в напрямі з півночі на південь переважно спостерігається поступове зростання мінералізації та зміна хімічного складу природних вод, тобто змінення гідрохімічних зон. Головна причина – зміна кліматичних зон. Води аридної зони в цілому більш мінералізовані, ніж води гумідних зон. Винятком є підземні води, які залягають глибше, ніж ґрунтові, і не підлягають закону географічної зональності.

Достатньої інформації для чіткого відокремлення гідрохімічних зон атмосферних опадів поки що не існує. Проте виявлено деякі закономірності. Відомо, що більша мінералізація атмосферних опадів спостерігається в зоні недостатнього, а менша мінералізація – надлишкового зволоження. Середня мінералізація опадів на півночі Європи становить 10 мг/дм<sup>3</sup>, а на півдні – 60 мг/дм<sup>3</sup>. Оподи морських узбереж відрізняються підвищеною мінералізацією і хлоридним складом від атмосферних опадів північної лісової зони, дуже слабо мінералізованих із вмістом багатьох органічних речовин. Найбільшу кількість мінеральних солей мають у розчині оподи аридної зони.

Гідрохімічна зональність спостерігається і в річкових водах, незважаючи на їхню динамічність і мінливість мінералізації за сезонами року. Води річок аридної зони більш мінералізовані, ніж гумідної. Середньорічна мінералізація річкових вод змінюється від десятків мг/дм<sup>3</sup> для вологих територій до тисяч мг/дм<sup>3</sup> для пустельних районів.

У разі прояву на поверхні Землі гідрохімічних зон важливим є геологічний фактор. Насамперед впливом цього фактора пояснюється поява у північних районах невеликих солоних річок («солонюків») й озерця. Такі водойми з азональною мінералізованою водою утворюються внаслідок живлення їх солоними джерелами. Останні ж пов'язані з соляними покладами, які залягають на глибині. Наприклад, у районі Солікамського родовища солей трапляються солоні озерця й невеликі річки.

Чіткіше географічна зональність виражена в озерних водах, які внаслідок уповільненого водообміну більшою мірою сприйнятливі до впливу такого вагомого метеорологічного фактора, як випаровування. Завдяки цьому в умовах аридного клімату в зонах сухих степів, напівпустель і пустель формуються соляні і самосадочні озера.

Соляні озера належать до безстічних замкнених западин. Безстічні умови також є наслідком посушливості.

Поряд із соляними в аридних кліматичних умовах існують і прісні озера. На відміну від перших, вони проточні й живляться річками. Озеро, яке має стік, не піддається засоленню.

На півночі розташована зона озер слабкої мінералізації, води яких мають високий вміст органічних речовин і кислу реакцію.

В зоні тундри широко розвинені болота з досить прісною (ультрапрісною) водою, які майже не містять солей (10-20 мг/дм<sup>3</sup>),



проте надзвичайно збагачені органічною речовиною й мають виразну кислу реакцію.

Зона живлення ґрунтових вод переважно збігається з ділянкою їх поширення, внаслідок чого вони сприйнятливі до впливу місцевих факторів – гідрогеологічних, метеорологічних, ґрунтових, геоботанічних тощо, що й зумовлює їхню гідрохімічну зональність.

На півночі ґрунтові води звичайно мають дуже слабку мінералізацію. Тут розташована зона гідрокарбонатно-кремнеземних вод. У межах Російської рівнини розвинена зона гідрокарбонатних кальцієвих вод слабкої або помірної мінералізації (200-500 мг/дм<sup>3</sup>) за незначного вмісту сульфатів і хлоридів. Південніше сформована зона ґрунтових вод підвищеної мінералізації (500-1000 мг/дм<sup>3</sup> і більше): вміст хлоридів і сульфатів збільшується, місцями води стають хлоридно-сульфатними. Ще південніше, в сухих степах, напівпустелях і пустелях, зональними є сильно мінералізовані сульфатно-хлоридні натрієві ґрунтові води так званого континентального засолення.

Серед зональних вод трапляються й азональні, які не підлягають закону зональності, що зумовлено найчастіше місцевими факторами.

Вертикальна гідрохімічна зональність полягає в закономірній зміні у міру заглиблення в надра Землі зон підземних вод, які відрізняються за мінералізацією і хімічним складом, а часто й за гідродинамічними умовами. Такий тип зональності характерний для артезіанських басейнів.

## РОЗДІЛ 2

### СТАН ВИВЧЕНОСТІ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Стан вивченості річок

Перші згадки про річки Сула, Псел та Ворскла датуються початком XII сторіччя (1105-1111 рр.) у літописах Київської Русі [148].

В епоху Київської Русі Ворскла (у літописах зустрічається під назвою «Вороскол») була крайньою межею руських землеробних поселень. Тут знаходився прикордонний пункт Русі – м. Лтава (сучасна Полтава) на межі Половецького Поля. За Ворсклою йшли широкі степи, де господарювали скотоводи-кочівники [122].

**Природні умови.** Один з перших описів річок території досліджень зустрічається в записках російського вченого В.Ф. Зуєва, який у 1787 р. у праці «Путишественные записки...» [59] описав заплаву річок Ворскла, Полтавка та ін.

М.І. Арандаренко у «Записках о Полтавской губернии» (1846 р.), детально описав гідрографію, ґрунти, геологічні умови, клімат, рослинність центральної та нижньої частин басейнів річок Сула, Псел та Ворскла [4].

У період 1888-1890 рр. вивченням природних умов території Лівобережного Лісостепу займався В.В. Докучаєв [41,53].

Результати багаторічних досліджень природних умов у межах басейну річок Сула, Псел та Ворскла у період до початку XX сторіччя було узагальнено у фундаментальному багатотомнику «Россія. Полное географическое описание нашего отечества» за редакцією В.П. Семенова [119,120].

Географічні знання про територію Полтавщини сучасного на початку XX ст. висвітлено у роботах К.К. Лісовської, С.А. Спасенова, В.Ф. Ніколаєва [55].

Протягом 1957-1966 рр. було виконано фізико-географічне районування території сучасної України. Результати були оформлені у вигляді монографічної праці «Физико-географическое районирование Украинской ССР» (1968 р.) [132].

Сучасні природні умови Лівобережного Лісостепу добре висвітлено у циклі монографій «Природа Украинской ССР...» (1984-1987), видані установами Академії наук України [109-113].

**Клімат.** У заснуванні мережі метеостанцій на Полтавщині брав участь один із засновників кліматології – О.І. Воейков. Велику цінність становлять праці М.А. Маркевича «Про клімат Полтавської губернії» (1887). Дослідженням клімату займався також О.М. Барановський (1894) [55].

Вагомий внесок у вивчення клімату території Лівобережного Лісостепу зробив професор М.М. Самбікін. Відомі його книги «Атмосферные осадки Полтавской губернии» (1915), «Микроклиматическое районирование Полтавщины» (1923) та ін. [144].

Сучасні особливості кліматичних умов території досліджень добре висвітлено у книгах «Природа Украинской ССР. Клімат» (1984) [113] та «Клімат України» (2003) [63].

Вивчення **геологічної будови та рельєфу** території Лівобережного Лісостепу розпочалось у другій половині XIX ст. У цей період О.В. Гуров провів комплекс геологічних досліджень на території сучасного Лівобережного Лісостепу і у 1887 р. захистив докторську дисертацію на тему: «Геологічний опис Полтавської губернії» [55].

Геолого-геоморфологічні особливості басейнів річок Сула, Псел та Ворскла викликали також значний науковий інтерес у відомих вчених – В.В. Докучаєва (1878), Б.Л. Личкова (1926, 1928), П.А. Тутковського (1909, 1922, 1931) [44].

Переломним періодом у вивченні геологічної будови Лівобережного Лісостепу став 1935 р., коли при пошуках калійної сировини геологічною партією Академії наук УРСР на горі Золотоусі біля східної околиці м. Ромни (Сумська область) було виявлено перші прямі ознаки нафти у Дніпровсько-Донецькій западині [6]. З того часу розпочалися інтенсивні комплексні геологічні дослідження на Лівобережжі України.

У 50-60-х роках минулого сторіччя вивченням геологічної будови території досліджень займалися фахівці різних організацій – трестів «Полтаванафтогазрозвідка», «Харківнафтогазрозвідка», «Укрнафтогеофізика», «Укрсхіднафторозвідка», вчені науково-дослідних інститутів – Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ), Всесоюзного науково-дослідного геологорозвідувального нафтового інституту (ВНДГНІ), Інституту геологічних наук НАН України, різних партій та експедицій (зокрема Південно-полтавська геолого-розвідувальна партія, Харківська комплексна геологорозвідувальна експедиція)

тощо [33].

Геологорозвідувальні роботи на території ведуться і до сьогодні у тому числі і закордонними фірмами.

Вивчення **гідрогеологічних умов**. Значний внесок у вивчення гідрогеологічних умов території Лівобережного Лісостепу здійснили вчені Інституту геологічних наук НАН України. Упродовж 1969-1973 рр. група фахівців під керівництвом А.Є. Бабинця займались детальним вивченням гідрогеологічної будови басейнів малих річок України і умовами їх живлення підземними водами.

Вивчення умов водообміну в гідрогеологічних структурах басейнів річок Сула, Псел та Ворскла було продовжено у середині 80-х років ХХ сторіччя (В.М. Шестопалов, В.І. Лялько, Н.С. Огняник та ін., 1989) [20]. За результатами багаторічних досліджень було опубліковано серію монографій «Водообмен в гидрогеологических структурах Украины» (у 3-х томах).

Територія Лівобережного Лісостепу має значні ресурси мінеральних вод, дані про які було систематизовано в «Кадастре минеральных вод...» (1987) [60].

Значний обсяг матеріалів, які дають нові уявлення про геологічні та гідрогеологічні умови Лівобережного Лісостепу узагальнено в довідковому посібнику, підготовленому вченими Інституту геологічних наук НАН України [145].

У 2009 р. було опубліковано монографію «Формування мінеральних вод України» [135], у якій подано нові дані про гідрогеологічні умови басейнів річок Сула, Псел та Ворскла в межах території України.

Характеристику сучасних природних умов басейнів річок Сула, Псел та Ворскла можна отримати з комплексних регіональних досліджень в межах адміністративно-територіальних областей України – Сумської (П.А. Гудзенко, 1958) [50], Полтавської (О.М. Лапоногов, 1959; К.О. Маца, Б.В. Чичкало, Г.М. Коваленко та ін., 1993; К.О. Маца та ін., 1998) [72, 106, 107] та Харківської (М.П. Красніков, 1962) областей [69, 81], а також Курської (В.І. Галицький, Т.К. Толоконнікова, Р.В. Кабанова та ін., 1966; Н.Ф. Галицька та ін., 1970) [71, 26] та Белгородської [7] областей Російської Федерації.

**Гідрологічна вивченість.** М.І. Арандаренко був одним із перших, хто подав опис гідрографічної мережі, морфометричних характеристик річок Сула, Псел, Ворскла (у тому числі р. Хорол), а

також навів величини характерних рівнів води [4].

У 1856 р. було опубліковано статтю М.А. Маркевича «Реки Полтавской губернии» у збірці «Записки Императорского Русского Географического Общества» з фундаментальними на той час результатами досліджень [80]. У статті наведено детальний опис морфометричних характеристик водотоків (довжина річки, її ширина, конфігурація берегів, дно, напрям течії тощо), водогосподарське значення, видовий склад риб у річках та ін. Крім того, по окремих річках наведено характеристику водного та льодового режиму.

У своїх працях орогідрографію території досліджень описував П.В. Отоцький (1894) [55].

Починаючи з 1930 р. вивченням водно-ресурсного потенціалу Лівобережного Лісостепу займалися фахівці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (УкрНДГМІ) [131].

У 1937-1939 рр. Інститутом гідрології АН УРСР (тепер Інститут гідромеханіки НАН України) було виконано комплекс польових спостережень і вивчення замулення 6 водосховищ в басейні річок Сула, Псел та Ворскла [54].

Багаторічні характеристики річного стоку, водних ресурсів та водного балансу басейнів річок Сула, Псел та Ворскла в межах території України наведено у книзі «Водне господарство в Україні» (2000) [22]. Питання руслових процесів на досліджуваних річках висвітлено у роботі О.Г. Ободовського [92].

Водний баланс та водні ресурси річок Лівобережного Лісостепу описано в роботах О.М. Галушенка (1999) [30-31]. Загальну характеристику р. Ворскла наведено у публікації В.М. Кириленка [62]. Характеристику циклічності водності річок території досліджень наведено в праці Б.М. Нешатаєва (2012) [90].

Особливості водного режиму річок Лівобережного Лісостепу певною мірою описано у монографії В.В. Гребня [48, 49]. Термічний та льодовий режим річок Сула, Псел, Ворскла та їх приток детально описано у роботі [129, 130].

Умови формування гідрологічного режиму у верхній ділянці р. Ворскли в умовах впливу Яковлівської копальні (Белгородська область, Росія) досліджувались вченими Белгородського державного університету (О.М. Петін, 2010) [102].

Вивченням водних ресурсів р. Псел займалися вчені Сумського державного педагогічного інституту імені А.С. Макаренка [73].

**Гідрохімічна вивченість.** Систематичне вивчення гідрохімії

річок Лівобережного Лісостепу розпочалося у 30-х роках ХХ сторіччя на мережі спостережень Гідрометслужби України. Результати хімічних аналізів поверхневих вод публікувались з 1937 р. у «Гідрологічних щорічниках», пізніше – у «Гідрохімічних бюлетенях», а сьогодні – в інформаційному виданні ДВК «Щорічні дані про якість поверхневих вод суші».

У середині ХХ сторіччя свій внесок у вивчення хімічного складу та гідрохімічного режиму річок Сула, Псел та Ворскла здійснили вчені Інституту гідробіології НАН України (Г.Д. Коненко, 1965; А.М. Алмазов, А.И. Денисова, Ю.Г. Майстренко, Е.П. Нахшина, 1967; Г.Д. Коненко, 1971;), які виконували регіональні гідрохімічні дослідження, присвячені вивченню гідрохімії ставків і малих річок України [65, 66], гідрохімічного режиму дніпровських водосховищ [35, 52]. У працях по водосховищах фрагментарно подано дані стосовно хімічного складу річок Сула, Псел і Ворскла при описі Кременчуцького і Дніпродзержинського водосховищ [35, 52].

Дані стосовно річок Лівобережного Лісостепу містяться в роботі, присвяченій характеристиці основних тенденцій формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр., виконаній в [95]. Також деяких аспектів забруднення річок даного регіону торкаються автори з Центральної геофізичної обсерваторії Держгідрометслужби в роботі, присвяченій характеристиці сучасного стану забруднення поверхневих вод України [68].

Хімічний склад води річок Лівобережного Лісостепу вивчався вченими Київського національного університету імені Тараса Шевченка. В основному, це були роботи, присвячені гідрохімічним дослідженням території України [36, 37, 43, 99, 100], або ж басейну Дніпра [42, 116-118, 123-125, 138, 140, 141], в яких висвітлювалися концентрації, а також стік хімічних компонентів річкових вод, гідролого-гідрохімічні характеристики мінімального стоку річок басейну Дніпра.

Уяву про сезонні зміни вмісту головних іонів, біогенних речовин і деяких мікроелементів в річкових водах Сули, Псла і Ворскли дають матеріали, вміщені в додатках роботи Л.М. Горєва, В.І.Пелешенка, В.К. Хільчевського [43]. У даній роботі наведені дані для трьох пунктів спостережень: р. Сула – м. Лубни, р. Псел – с. Запсілля та р. Ворскла – с. Чернеччина.

Сезонні коливання відзначаються і для концентрації біогенних елементів і важких металів у річкових водах. Можна відзначити дві

конкретні роботи – П.С.Лозовіцького [75] і В.М. Савицького, І.О.Шевчук та В.І.Пелешенка [124], в яких розглянуто динаміку водного стоку р. Сула біля м. Лубни за багаторічний період, а також виконано порівняльний аналіз середньорічних концентрацій хімічних компонентів [75].

Результати гідрохімічних досліджень на р. Ворскла у районі м. Полтава за період літньо-осінньої межні 2010 р. наведено у публікації Н.І. Авраменка [1].

У працях фахівців Полтавського обласного державного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції показано вплив пестицидів (ДДТ, ГХЦГ, метафосу, хлорофосу та ін на забруднення поверхневих вод [88].

Важливий внесок у вивчення особливостей гідрохімічного режиму та якості поверхневих вод басейнів річок Сула, Псел та Ворскла здійснили вчені УкрНДГМІ – Н.М. Осадча, В.І. Осадчий (2001, 2007) [96, 97], Б.Й. Набиванець, В.І. Осадчий, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець (2007, 2008) [3, 40], Н.М. Осадча (2011) [94].

**Екологічна оцінка якості води.** Однією з перших публікацій, що стосується питання екологічної оцінки якості поверхневих вод басейнів річок Сули, Псел та Ворскли за величиною індексу забрудненості води (ІЗВ) по окремих гідрохімічних показниках ( $O_2$ , БСК<sub>5</sub>, мінеральні сполуки азоту і фосфору, СПАР, нафтопродукти, важкі метали – Cu, Zn, Cr<sup>6+</sup>) за період 1990-1993 рр. є публікація В.К. Хільчевського, Р.В. Хільчевського та М.С. Гороховської (1998) [137].

Порівняльна екологічна оцінка якості води річок басейнів Сула, Псел та Ворскла за величинами ІЗВ, блокових та інтегрального екологічного індексів у 1991 та 2000 рр. наведено у статті вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка В.К. Хільчевського, В.В. Маринич та В.М. Савицького (2002) [139].

У роботах вчених Одеського державного екологічного університету Н.С. Лободи та В.В. Пилип'юк [74, 103] досліджено динаміку зміни хімічного складу вод р. Ворскла та Псел в умовах значного розвитку антропогенного навантаження на основі даних гідрохімічних спостережень за 15 років (1992-2007 рр) та у роки з різною водністю, встановлено показники якості води.

У роботі [64] показано вплив гірничодобувних підприємств на гідроекологічний стан р. Ворскли. У статті співробітників Полтавського національного технічного університету імені Юрія

Кондратюка (О.В. Степова, Р.В. Булавенко, В.В. Рома, 2012) виконано екологічну оцінку якості річкових вод у межах Полтавської області [128].

В.О. Наталочка, С.К. Ткаченко та О.В. Міненко, 2012 р. виконали екологічну оцінку якості води досліджуваних річок у 2002-2008 рр. за показником ІЗВ. При цьому основну увагу приділено ролі солей важких металів, що надходять до водних об'єктів зі стічними водами [88].

Подібного роду регіональним гідроекологічним дослідженням на території Полтавської області займалися науковці Українського науково-дослідного інституту водогосподарсько-екологічних проблем А.В. Яцик, Т. Коваленко (2011) [147].

У статті В. Вишневського, А. Сакевича, І. Середи (2010) – наведено середній багаторічний інтегральний показник якості річкової води за період 2001-2008 рр. у межах питного (р. Сула – м. Лубни) та технічних (р. Псел – смт Велика Багачка, р. Ворскла – м. Полтава) водозаборів [18].

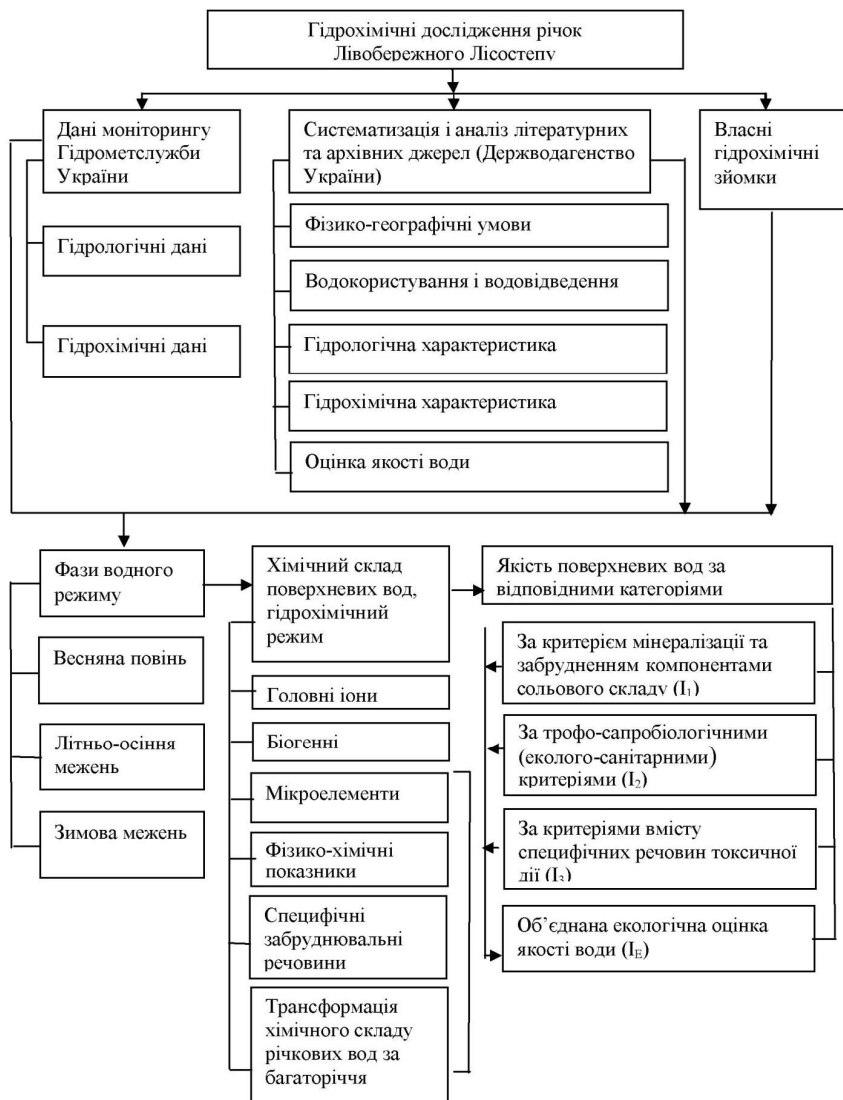
## **2.2. Методика досліджень**

*Для характеристики природних умов* Лівобережного Лісостепу (фізико-географічне районування, рельєф, клімат, геологічні та гідрогеологічні умови), водокористування в басейнах річок, а також гідрологічної характеристики Сули, Псла та Ворскли використано низку опублікованих джерел та фондових матеріалів Держводагентства України, зокрема дані 2 ТП-Водгосп.

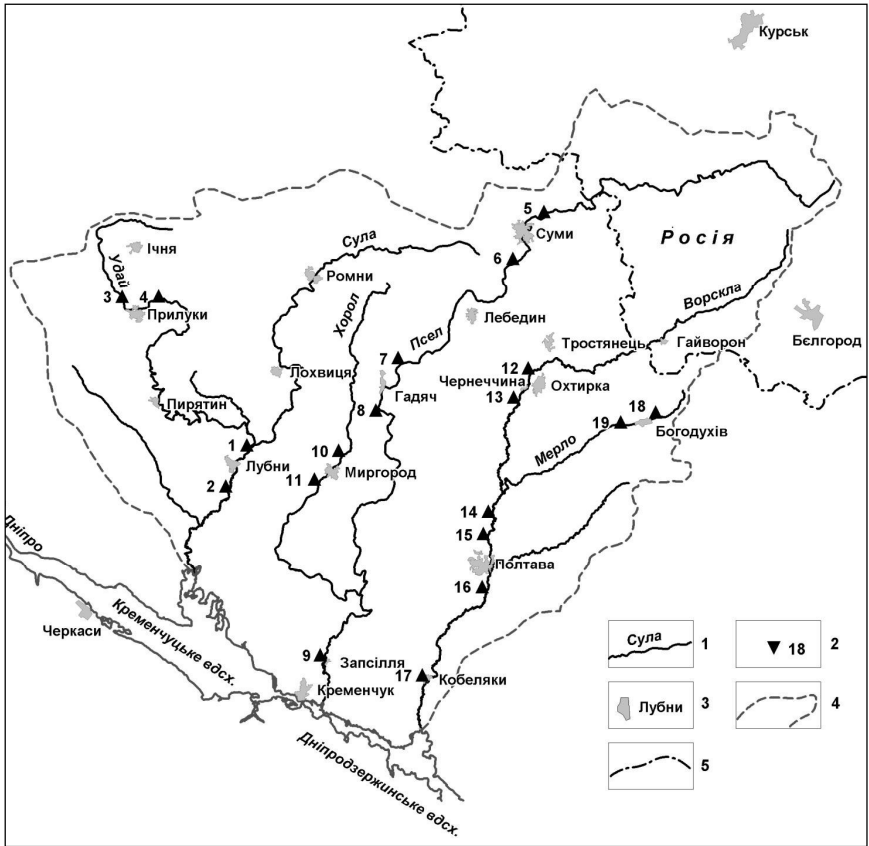
Як показує досвід гідрохімічних досліджень в Україні, оптимальною інформаційною базою для вивчення гідрохімічного режиму річок, оцінки трансформації хімічного складу та якості води є моніторингові дані Гідрометслужби України (рис. 2.1).

*Характеристика гідрохімічного режиму* та оцінка якості річкових вод Лівобережного Лісостепу за період 1989-2009 рр. виконувалася по 19 створах спостережень Гідрометслужби. З них 13 створів розташовано на основних річках: р. Сула – 2 створи спостережень; р. Псел – 5 створів спостережень; р. Ворскла - 6 створів спостережень. На притоках розташовано 6 створів спостережень: 2 – на р. Удай (права притока р. Сула), 2 – на р. Хорол (права притока р. Псел); 2 – на р. Мерла (ліва притока р. Ворскла) (рис. 2.2, табл. 2.1).





**Рис. 2.1.** Схема комплексу гідрохімічних досліджень басейнів річок Лівобережного Лісостепу



**Рис. 2.2.** Картохема розташування створів гідрохімічного моніторингу річок Лівобережного Лісостепу мережі Гідрометслужби України (назви гідрохімічних створів див. за порядковими номерами у табл. 2.1):

- 1 – річка та її назва;
- 2 – гідрохімічний створ;
- 3 – населений пункт;
- 4 – контури річкового басейну;
- 5 – державний кордон

Таблиця 2.1

**Створи гідрохімічного моніторингу поверхневих вод басейнів річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла та їх приток) мережі спостережень Гідрометслужби України**

*№ на картосхемі	Річка	Створ моніторингу
<i>Басейн р. Сула</i>		
1	Сула	м. Лубни - 0,5 км вище міста
2	Сула	м. Лубни - 0,2 км нижче міста
3	Удай	м. Прилуки - 0,8 км вище міста
4	Удай	м. Прилуки - 1,0 км нижче міста
<i>Басейн р. Псел</i>		
5	Псел	м. Суми - 0,5 км вище міста
6	Псел	м. Суми - 6,0 км нижче міста
7	Псел	м. Гадяч - 1,0 км вище міста
8	Псел	м. Гадяч - 8,0 км нижче міста
9	Псел	с. Запсілля - в межах села
10	Хорол	м. Миргород - 0,5 км вище міста
11	Хорол	м. Миргород - 4,0 км нижче міста
<i>Басейн р. Ворскла</i>		
12	Ворскла	с. Чернечина - вище села
13	Ворскла	с. Чернечина - в межах села
14	Ворскла	м. Полтава - 1,5 км вище міста
15	Ворскла	м. Полтава - 2,3 км нижче скиду води
16	Ворскла	м. Полтава - 3,3 км нижче міста
17	Ворскла	м. Кобеляки - в межах міста
18	Мерла**	м. Богодухів, - 1 км вище міста
19	Мерла	м. Богодухів - 1 км нижче міста

**Примітка:** \* - № створу на рис. 2.2; \*\* - зустрічається також назва Мерло.

Гідрохімічні дані по кожному створу спостереження групувалися за сезонами: весняна повінь, літньо-осіння та зимова межень. Таким чином, було виділено генетично однорідні ряди, сформовані під впливом близьких процесів формування хімічного складу річкових вод в той чи інший сезон. Для цих рядів виконувалася статистична обробка даних, розраховувалися середні значення за наступними показниками:

1) фізико-хімічні показники – (рН, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, біхроматна окиснюваність – БО, біохімічне споживання кисню за 5 діб – БСК<sub>5</sub>);

2) головні іони – (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>) 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 – (СПАР, нафтопродукти).

*Власні гідрохімічні зйомки*, виконані у 2009 та 2010 рр. з відбором проб води на річках Сула, Псел і Ворскла за обраними 19 створами та наступним аналізом у гідрохімічній лабораторії кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка, доповнили багаторічні ряди гідрохімічної інформації. Ці дослідження також дозволили провести рекогносцировку річок в районах створів спостереження та на ділянках, на яких відчутно антропогенний вплив.

*Дослідження трансформації хімічного складу річкових вод.* У роботах з вивчення хімічного складу річкових вод України відзначалося, що за багаторічний період спостерігаються помітні зміни вмісту головних іонів та мінералізації води, які сягають значних величин (десятків, а то й сотень  $mg/dm^3$ ). Такі відхилення, на думку багатьох дослідників, впливають на хімічний тип води [43, 147]. На жаль, за допомогою загальноприйнятої ще з часів колишнього СРСР класифікації поверхневих вод за хімічним складом О.О. Алекіна [2] не можливо ілюструвати ці зміни. У 2006 р. В.К. Хільчевським та С.М. Курилом було удосконалено цю класифікацію і названо модернізованою класифікацією Алекіна – МКА [138]. При цьому, удосконалення не зачіпає найвищої ознаки – класу (за переважаючим аніоном), а стосується груп (за переважаючим катіоном) і типів (за співвідношенням між іонами), а також авторами введено три підтипи (за внеском класоутворювального аніона).

Дослідження трансформації хімічного складу річкових вод Лівобережного Лісостепу виконувалося за період 1946–2009 рр. за пунктами, які мають тривалі ряди спостережень: р. Сула – м. Лубни, р. Псел – с. Запілля, та р. Ворскла – с. Чернеччина. Трансформація хімічного складу оцінювалась за наступними напрямками: зміна загальних кількісних характеристик (загальна мінералізація) і зміна іонного складу на якісному рівні. Для оцінки кількісних змін показника мінералізації запропоновано використовувати коефіцієнт галінності  $K_G$  [15, 16].

Для екологічної оцінки якості річкових вод території Лівобережного Лісостепу застосовувалася міжвідомча «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [83], яка є нормативною в Україні. Відповідно до методики, характеристика якості поверхневих вод здійснюється на основі екологічної класифікації, що включає широкий набір показників, які об'єднані в три блоки:

- 1) сольовий склад (головні іони та мінералізація води) –  $I_1$ ;
- 2) трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники якості води (рН; концентрація азоту – амонійного, нітритного, нітратного; фосфати; біохімічне споживання кисню – БСК; хімічне споживання кисню – ХСК) –  $I_2$ ;
- 3) специфічні речовини токсичної дії: синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), важкі метали, нафтопродукти, феноли –  $I_3$ .

Екологічна оцінка якості води складається з кількох етапів: по-перше, визначаються індекси якості води для кожного з трьох блоків ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ); по-друге, виконується об'єднана оцінка якості води за допомогою інтегрального екологічного індексу  $I_E$  (обчислюється як середнє з суми  $I_1+I_2+I_3$ ); по-третє, за допомогою цих індексів визначається приналежність вод до певного класу та категорії якості води.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюється для середніх і для найгірших значень категорій окремо:  $I_{Eсер}$  та  $I_{Eмакс}$ .

## Висновки до розділу 2

1. В цілому, вивченню природних умов території Лівобережного Лісостепу приділялася увага.

2. Для гідрохімічних досліджень річок Лівобережного Лісостепу характерною є певна територіальна та об'єктна фрагментарність – дослідження виконувалися в рамках басейну Дніпра, адміністративної області або ж окремих річок.

3. Актуальними на сьогодні є комплексні гідрохімічні дослідження басейнів річок Лівобережного Лісостепу (Сули, Псла та Ворскли) з вивчення гідрохімічного режиму, трансформації хімічного складу за багаторічний період та оцінки якості річкових вод.

### РОЗДІЛ 3

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ ТА ВОДОКОРИСТУВАННЯ В РЕГІОНІ

Серед низки чинників, які впливають на формування хімічного складу природних вод важливе місце займають фізико-географічні умови (рельєф, клімат, вивітрювання, ґрунтовий покрив), геологічні особливості (склад гірських порід, тектонічна будова, гідрогеологічні умови) та антропогенна діяльність [43].

### 3.1. Рельєф та фізико-географічне районування

Територія Лівобережного Лісостепу розташована на лівому березі Дніпра і простягається широкою майже 300-кілометровою смугою з південного заходу на північний схід.

Територія досліджень характеризується ландшафтами лісостепового типу зі складним чергуванням природних комплексів з опідзоленими ґрунтами, які сформувались під широколистяними лісами і природних комплексів з типовими чорноземами, сформованими на легкосуглинкових лесових породах під остепованими луками та луковими степами [5].

Значний вплив на формування рельєфу території Лівобережного Лісостепу здійснило Дніпровське зледеніння (290 тис. років тому). Просуваючись на південь, язик льодовика підгачував річки Сула, Хорол, Псел і пониззя Ворскли, що призводило до переливання річкових і талих вод через вододіли і утворення долин, які тепер називаються прохідними або «мертвими». Зараз «мертві» долини являють собою глибокі улоговини з похилими схилами без терас і постійних водотоків. Багато таких прохідних долин на вододілах Сула-Хорол-Псел [106, 107].

Такі умови разом з наростанням континентальності клімату, чергуванням височин та низовинних рівнин [5] зумовили поділ території досліджень на дві фізико-географічні провінції – **Лівобережно-Дніпровську лісостепову** та **Середньоросійську лісостепову** [79, 98, 132].

Територія Лівобережно-Дніпровської лісостепової провінції розташована в межах Дніпровсько-Донецької западини, виповненої потужною товщею осадових порід. Поверхня рівнинна з абсолютними відмітками від 120 до 140-150 м. У рельєфі виділяється

Придніпровська низовина і Полтавська рівнина. Поширені чорноземні та лучно-чорноземні ґрунти. Завдяки неглибокому заляганню засоленних ґрунтових вод трапляються солонцюваті ґрунти.

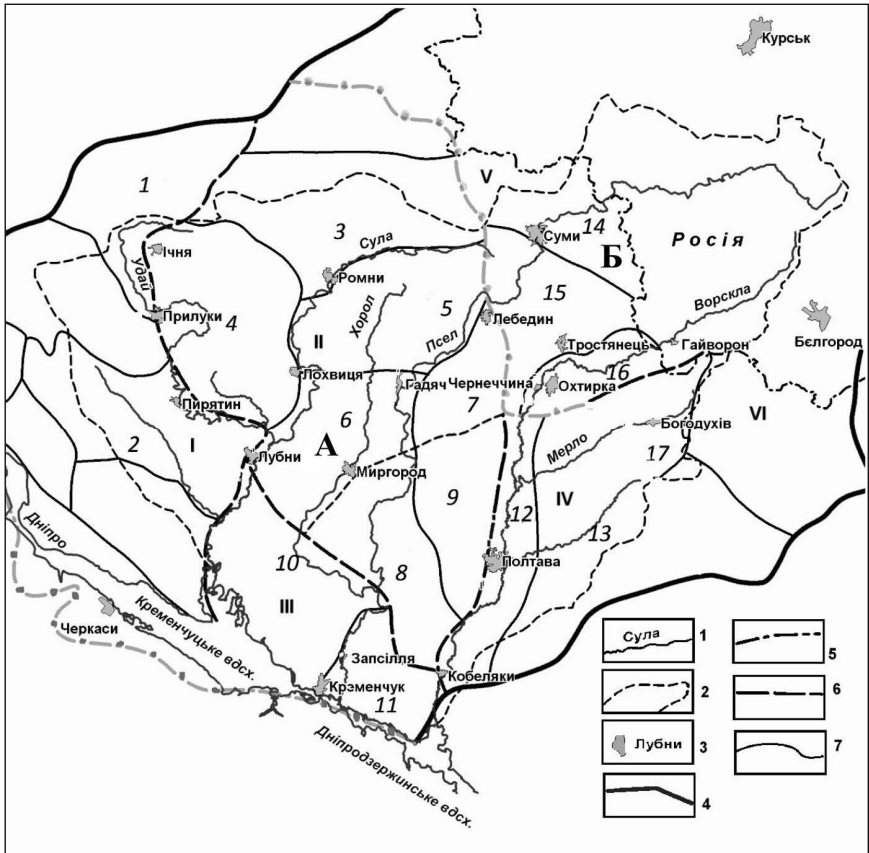
Поверхня Середьоросійської лісостепової провінції дуже розчленована, з висотами 180-185 м. У долинах річок відслонюються крейдові породи. Поширені сірі лісові ґрунти, чорноземи опідзолені.

Детальне фізико-географічне районування території Лівобережного Лісостепу відображено на рис. 3.1, табл. 3.1.

У межах **Лівобережно-Дніпровської лісостепової провінції** виділяють 4 фізико-географічні області – **Північодніпровську рівнину** (поділяється на два фізико-географічні райони – *Бахмацько-Ніжинський* та *Яготинсько-Гребінківський*), **Північнополтавську височину** (включає *Роменсько-Улянівський*, *Ічнянсько-Лохвицький*, *Литоводолінсько-Недригайлівський*, *Миргород-Ромоданівський*, *Лебединсько-Зіньківський*, *Хорольсько-Кобеляцький*, та *Псельсько-Ворсклінський (Шлищяцько-Полтавський)* фізико-географічні райони), **Південнодніпровську рівнину** (*Оболонсько-Градижський*, *Кременчуцько-Кишеньківський* фізико-географічні райони), **Східнополтавську височину** (фізико-географічні райони – *Ворсклінський (Котелівсько-Сухинівський)*, *Коломак-Тагамлицький (Чутівський)*)

У межах **Середньоросійської лісостепової провінції** виділяють 2 фізико-географічні області - **Сумську схилово-височину** (фізико-географічні райони – *Хотинсько-Краснопільський*, *Тростянецько-Сумський*, *Великописаревсько-Охтирський*), **Харківську схилово-височину** (*Краснокутсько-Богодухівський* фізико-географічний район) (див. рис. 3.1, табл. 3.1) [132, 133].

Формування хімічного складу води річок Сула, Псел і Ворскла у верхній і середній течіях відбувається в умовах вираженої переваги гідрокарбонату кальцію в ґрунтах і породах. Річкові води належать до гідрокарбонатного класу групи кальцію [114]. У нижніх течіях цих річок помітно проявляється содово-сульфатне засолення ґрунтів, що впливає на підвищення мінералізації води від витоків до гирла. Тут річкові води належать до гідрокарбонатного класу групи магнію-кальцію або натрію-кальцію першого типу.



**Рис. 3.1. Фізико-географічне районування території Лівобережного Лісостепу (назви фізико-географічних провінцій, областей та районів див. за порядковими номерами у табл. 3.1):**

- 1 – річка та її назва;
- 2 – межі водозбору;
- 3 – населений пункт;
- 4 – межі фізико-географічної зони;
- 5 – межі фізико-географічних провінцій та їх номери;
- 6 – межі фізико-географічних областей та їх номери;
- 7 – межі фізико-географічних районів та їх номери



Таблиця 3.1

**Фізико-географічне районування території Лівобережного Лісостепу [132]**

Природна зона	Назва фізико-географічної провінції	№ та назва фізико-географічної області	№ та назва фізико-географічного району
ЛІСОСТЕПОВА	А. Лівобережно-Дніпровська лісостепова	I. Північно-дніпровська рівнина	1. Бахмацько-Ніжинський
			2. Яготинсько-Гребенківський
		II. Північно-полтавська височинна	3. Роменсько-Улянівський
			4. Ічнянсько-Лохвицький
			5. Липоводолинсько-Недригайлівський
			6. Миргород-Ромоданівський
			7. Лебединсько-Зіньківський
			8. Хорольсько-Кобеляцький
			9. Псельсько-Ворсклинський
		III. Південно-дніпровська рівнинна	10. Оболонсько-Градизький
			11. Кременчуцько-Кишеньківський
		IV. Східно-полтавська височинна	12. Ворсклинський (Котелівсько-Сухинівський)
			13. Коломак-Тагамлицький
	Б. Середньоросійська лісостепова	V. Сумська схилово-височинна	14. Хотинсько-Краснопільський
			15. Тростянецько-Сумський
			16. Великописарівсько-Охтирський
		VI. Харківська схилово-височинна	17. Краснокутсько-Богодухівський

### 3.2. Кліматичні умови

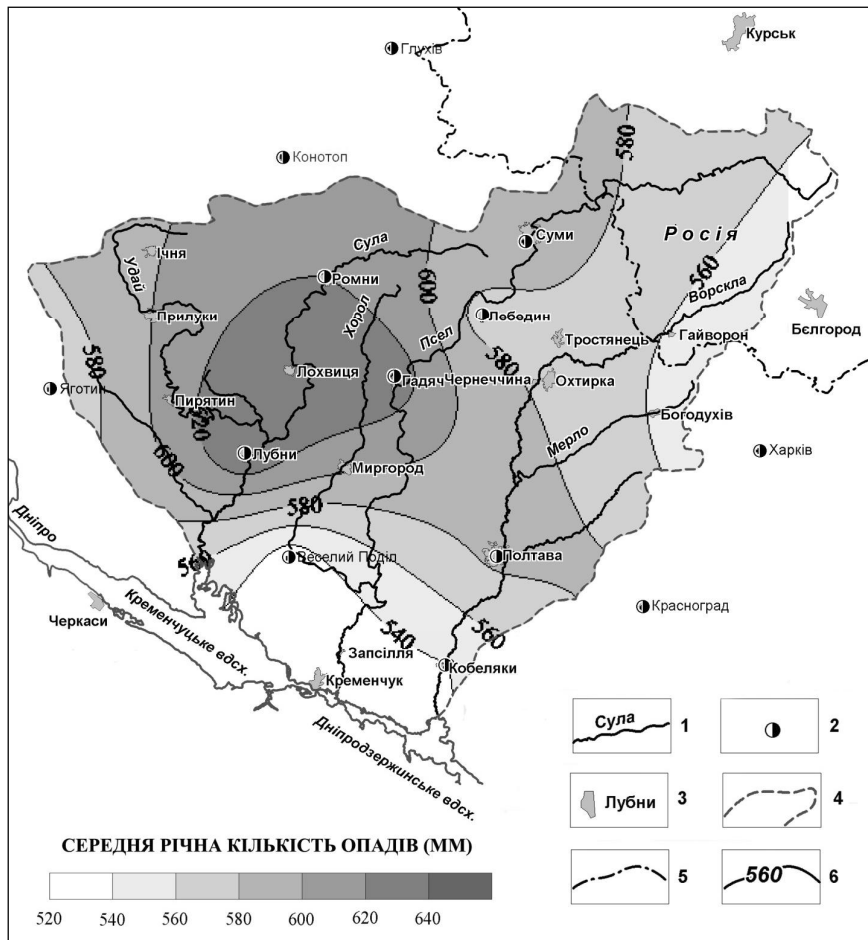
Клімат передусім визначає метеорологічні чинники, від яких залежить водний режим поверхневих і підземних вод. Основними метеорологічними елементами, які впливають на хімічний склад природних вод, є атмосферні опади, температура повітря і випаровування [43].

Територія Лівобережного Лісостепу належить до помірного кліматичного поясу, крайньої південної частини Атлантико-континентальної помірно вологої помірно теплої кліматичної області [63, 72, 106, 107]. Тут переважає перенесення повітряних мас з Атлантичного океану, що поступово трансформується у помірно-континентальне.

У річному циклі на території переважають західна форма циркуляції повітряних мас (40 %) та східна (34 %), яка характеризується впливом зі сходу і північного сходу Сибірського антициклону (переважно взимку).

**Атмосферні опади.** Для території досліджень характерно континентальний тип річного розподілу атмосферних опадів з максимумом влітку і мінімумом у зимовий період [72]. Середньорічна кількість опадів на території Лівобережного Лісостепу зменшується з півночі на південь від 640 мм до 520 мм (рис. 3.2., табл. 3.2). Разом з тим, у верхній ділянці р. Псел, що знаходиться на території Росії випадає у середньому 550-640 мм опадів за рік [71]. Максимальна кількість опадів (320-340 мм) випадає у теплий період року (квітень-жовтень) переважно у вигляді дощів, які часом носять зливовий характер.

За даними [63, 106] у теплий період спостерігається близько 30 днів з грозами, які часто супроводжуються шквальним вітром, іноді градом. За холодний період року (листопад-березень) випадає у середньому близько 130-170 мм опадів у вигляді снігу. Сніговий покрив за даними [114] тримається упродовж 95-110 днів. Аналіз літературних джерел [43] та фондових матеріалів показав, що атмосферні опади з точки зору хімічного складу характеризуються переважанням у них сульфатного іона, а з катіонів головне місце у більшості випадків займає кальцій (табл. 3.3).



**Рис. 3.2. Картохсхема розподілу річних сум опадів (мм) по території Лівобережного Лісостепу :**

- 1 – річка та її назва;
- 2 – метеорологічна станція мережі Гідрометслужби України;
- 3 – населений пункт;
- 4 – межі водозбору;
- 5 – державний кордон;
- 6 – ізогісти, мм (середні значення за 1970-2010 рр.)

**Таблиця 3.2**  
**Внутрішньорічний розподіл опадів по території Лівобережного Лісостепу у різні періоди**

№ з/п	Метео-станція	Період спостережень	Місяці												Сума за рік
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Лебедин	1964-2010*	36,8	33,3	36,4	39,7	51,1	65,4	79,4	53,6	47,7	39,5	42	42,7	567,6
		1989-2010**	33,1	32,9	36,5	37,8	54,4	58,5	79,2	41,3	52,6	46,3	38,6	31,3	542,5
2	Ромни	1902-2010*	44,1	38,1	38,4	39,8	48,8	66,3	76	59,2	46,8	45	45,2	46,1	593,9
		1989-2010**	42,3	41,7	43,2	40,7	49,6	69,1	77,8	47,9	58,7	48	46	43,4	608,3
3	Суми	1914-2010*	33,8	29,5	32,4	38,3	50,8	63,4	74,5	57,0	44,7	45,9	45,3	41,4	557,0
		1989-2010**	33,1	34,2	37,7	40,6	58,2	60,1	73,3	46,0	54,5	52,7	44	35,3	569,7
4	Кобеляки	1969-2010*	41,4	36,6	37,0	37,4	48,8	58,4	59,5	44,1	48,5	40,8	42,7	44,1	539,3
		1989-2010**	38,2	33,5	38,8	36,1	52,2	57,7	56,3	41,5	60,4	39,2	41,8	37,6	533,3
5	Веселий Поділ	1926-2010*	29,7	27,9	27,7	33,9	45,3	56,1	66,1	46,4	44,3	40,6	38,3	35,5	491,9
		1989-2010**	31,9	30,8	36,5	35,5	53,7	56,8	59,9	44	61,6	48,9	41	34,3	534,9
6	Лубни	1893-2010*	39,8	38,0	38,5	39,4	45,7	69,2	65,5	59,2	48,5	44,3	45,8	45,1	578,9
		1989-2010**	39,7	42,9	48,0	44,4	52,3	82,6	62,7	54,3	69,1	48,8	50,4	42,9	638,1
7	Гадяч	1970-2010*	44,1	40,9	44,3	41,9	53,2	72,6	77,8	53,9	53,1	52,3	49,8	48	632
		1989-2010**	39,6	40,1	45,2	41,5	51,3	64,6	71,2	41,5	57,3	56,6	48,8	40,2	597,9
8	Полтава	1874-2010*	30,9	27,1	29,5	36	47	65,8	65,6	51,1	39,8	46,7	40,3	38,5	518,4
		1989-2010**	38,9	34,0	40,1	38,1	54,8	71,3	64	41	56,7	52,2	45,9	39,3	576,5

**Примітка:** \* - дані за весь період спостережень, \*\* - дані за період гідрохімічних досліджень

Таблиця 3.3

**Хімічний склад атмосферних опадів на території Лівобережного Лісостепу у 2007 р. по метеостанції (МС) Кобеляки (Полтавська область) [43]**

Місяць	Сума опадів, мм	Катіони, мг/дм <sup>3</sup>					Аніони, мг/дм <sup>3</sup>				Сума іонів, мг/дм <sup>3</sup>
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
I	55	0,72	0,60	0,90	0,23	0,97	0,36	4,74	0,88	2,45	11,84
II	18	0,78	0,60	0,96	0,49	0,29	0,71	3,38	1,25	3,61	12,08
III	17	1,61	0,42	2,40	0,19	0,62	0,00	5,54	1,25	7,36	19,39
IV	2	0,70	4,27	1,40	4,30	0,00	0,46	15,22	0,94	13,19	40,48
V	50	1,36	1,63	1,08	0,41	0,35	0,00	4,03	4,16	4,78	16,80
VI	103	0,56	0,49	0,60	0,34	1,03	0,00	4,28	0,00	3,06	10,36
VII	28	2,24	0,49	3,50	0,43	1,08	0,32	11,89	0,00	7,36	27,32
VIII	61	2,70	1,60	2,65	0,28	0,31	0,53	14,26	2,52	0,00	24,86
IX	112	1,12	0,89	1,89	0,35	0,00	0,32	4,49	2,12	4,60	15,31
X	40	1,05	0,56	1,62	0,35	0,64	1,71	4,54	3,71	0,00	14,18
XI	40	2,10	0,49	2,64	0,24	0,78	0,28	8,06	1,56	6,13	22,28
XII	13	1,05	2,00	1,32	0,70	0,47	0,50	5,59	1,19	5,52	16,10
Сер. за рік	44,9	1,33	1,17	1,75	0,69	0,55	0,43	7,17	1,63	4,84	19,25

Опади Лісостепової зони формують хімічний склад в окисних умовах ( $Eh=500$  мВ) і кислому середовищі. Фонові значення рН коливаються ві 3,7 до 7,3, у середньому становлять 5,5, тобто на 0,3 одиниці більше, ніж у північній частині країни. Серед сполук азоту переважає амоній ( $0,8$  мг/дм<sup>3</sup>); нітрити і нітрати містяться у надзвичайно малих концентраціях [43].

**Температура повітря** може впливати на зміну складу річкової води: влітку, в умовах жаркого клімату може відбуватись осадка кальциту у мілководних, добре прогрітих водоймах; при низьких температурах в процесі кристалізації льоду виділяються важкорозчинні сполуки, а в розчинах зберігаються найбільш легкорозчинні при низьких температурах сполуки (хлориди кальцію, магнію і натрію) [43].

Середня річна температура повітря в межах Лівобережного Лісостепу змінюється від  $+6,4$  °С (МС Суми) до  $+8,2$  °С (МС Кобеляки) (табл. 3.4).

У внутрішньорічному відношенні зміна температурних показників відповідає зміні радіаційного режиму території. Найхолодніший зимовий місяць території досліджень – січень. У внутрішньорічному ході найнижча температура повітря спостерігається при надходженні холодного арктичного повітря [63]. Середня місячна температура повітря січня коливається у межах від  $-5,0$  °С у південній частині території досліджень (МС Кобеляки) до  $-7,2$  °С на півночі (МС Суми).

Тривалість стійких морозів у повітрі становить близько 90 днів у південній частині території досліджень та понад 100 днів на півночі [5, 114].

Найтеплішим місяцем року є липень. Середні багаторічні показники температури повітря у цей період змінюються по території від  $+19,0$  °С (МС Ромни) до  $+20,8$  °С (МС Кобеляки).

Заслуговує на увагу середня тривалість безморозного періоду (період між середніми датами останнього заморозку навесні та першого заморозку восени), який на території басейнів річок Сула, Псел та Ворскла становить становить 140-160 днів у році [5], а за деякими даними – 160-190 днів [114]. На території Лівобережного Лісостепу тривалість періоду з температурами повітря від  $+5$  °С до  $+15$  °С становить близько 90 діб, а вище  $+15$  °С – близько 110–130 діб [5].

**Таблиця 3.4**  
**Внутрішньорічний розподіл температури повітря по території Лівобережного Лісостепу**  
**(°С) за багаторічний період (до 2000 р.)**

№ з/п	Метеостанція	Місяці												Сума за рік
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Лебедин	-6,0	-5,4	-0,4	8,4	14,8	18,3	19,4	18,4	13,1	6,8	0,6	-3,5	7,0
2	Ромни	-7,0	-6,0	-1,0	7,0	14	18	19	18	13	7,0	1,0	-4,0	7,0
3	Суми	-7,2	-6,9	-1,7	7,3	14,4	17,9	19,4	18,3	13	6,5	0,1	-4,9	6,4
4	Кобеляки	-5	-4	0,9	9,5	15,7	19,3	20,8	19,9	14,7	8,1	1,5	-2,6	8,2
5	Веселий Поділ	-6	-5,4	-0,5	8,4	15,3	18,6	20,5	19,4	14,1	7,6	1,6	-3,3	7,6
6	Лубни	-6,2	-5,6	-0,6	7,8	14,9	18,1	20	19	13,9	7,4	1,1	-3,5	7,2
7	Гадяч	-5,5	-4,8	0,3	8,8	15	18,3	19,6	18,5	13,1	6,8	0,4	-3,4	7,3
8	Полтава	-6,8	-5,9	-0,8	7,8	15,1	18,6	20,6	19,7	14,3	7,6	0,9	-4,2	7,2

**Випаровування** – один з важливих чинників формування мінералізації та хімічного складу поверхневих і ґрунтових вод [43].

За рік величина сумарного випаровування у зоні Лівобережного Лісостепу коливається в межах 400-500 мм у середньому становить близько 450 мм. При цьому характерною особливістю розподілу випаровування є широтна зональність: зі зменшенням широти випаровування збільшується [63].

У зимовий період величина випаровування із земної поверхні змінюються в межах від 9 мм (МС Суми) до 14 мм (МС Веселий Поділ). Упродовж зими випаровування по території незначне. Мінімальне випаровування відзначається у грудні і січні. Перехід до лютого супроводжується певним збільшенням величини сумарного випаровування до 7-10 мм. У березні порівняно з попереднім місяцем величина сумарного випаровування по усій території підвищується приблизно у 3,5 рази. Літній період характеризується найбільшими величинами сумарного випаровування (255-263 мм) з абсолютними максимумами у червні-липні (92-94 мм). Перехід від літа до осені супроводжується зменшенням випаровування майже удвічі [114].

### **3.3. Загальні риси геологічної будови та гідрогеологічні умови**

З точки зору тектонічної будови територія досліджень належить до трьох геоструктурних районів: крайня нижня ділянки басейнів річок Сула, р. Псел та р. Ворскла розташовані у межах північно-східного схилу Українського кристалічного щита (УКЩ). Далі на північний схід річки протікають по території Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) [5, 109, 114]. Межа між Українським кристалічним щитом та Дніпровсько-Донецькою западиною у межах Лівобережного Лісостепу проходить приблизно по лінії м. Пирятин (Полтавська обл.) – м. Лубни (Полтавська обл.) – с. Запсілля (Великобагачанський район, Полтавська обл.) – с. Білики (Кобеляцький район, Полтавська обл.) [5]. Верхів'я річок Псел та Ворскла розміщені у межах південно-західного схилу Воронезького кристалічного масиву. Усі перераховані геотектонічні структури входять до складу Східноєвропейської (Російської) платформи [5, 109, 114].

Відповідно до геологічної карти [5] на території Лівобережного Лісостепу виділяють відклади *кайнозойської групи* (неогенова та



*палеогенова системи*) та меншою мірою *мезозойської групи (крейдова система)*.

У межах *Українського кристалічного щита* переважають водоносні горизонти у сучасних алювіальних та озерно-алювіальних відкладах заплавлі річок. За літологічним складом вирізняються піски, часто з гравієм та галькою, галечники, місцями спостерігається чергування пісків, суглинків, глин, супісків, гравійно-галечного матеріалу, рідше суглинки, супіски, мули.

Також важливе значення мають водоносні горизонти в антропогенових алювіальних і середньоантропогенових флювіогляціальних відкладах. Вони розповсюджені переважно у пісках, а у нижній частині з гравієм і галькою (рис. 3.3).

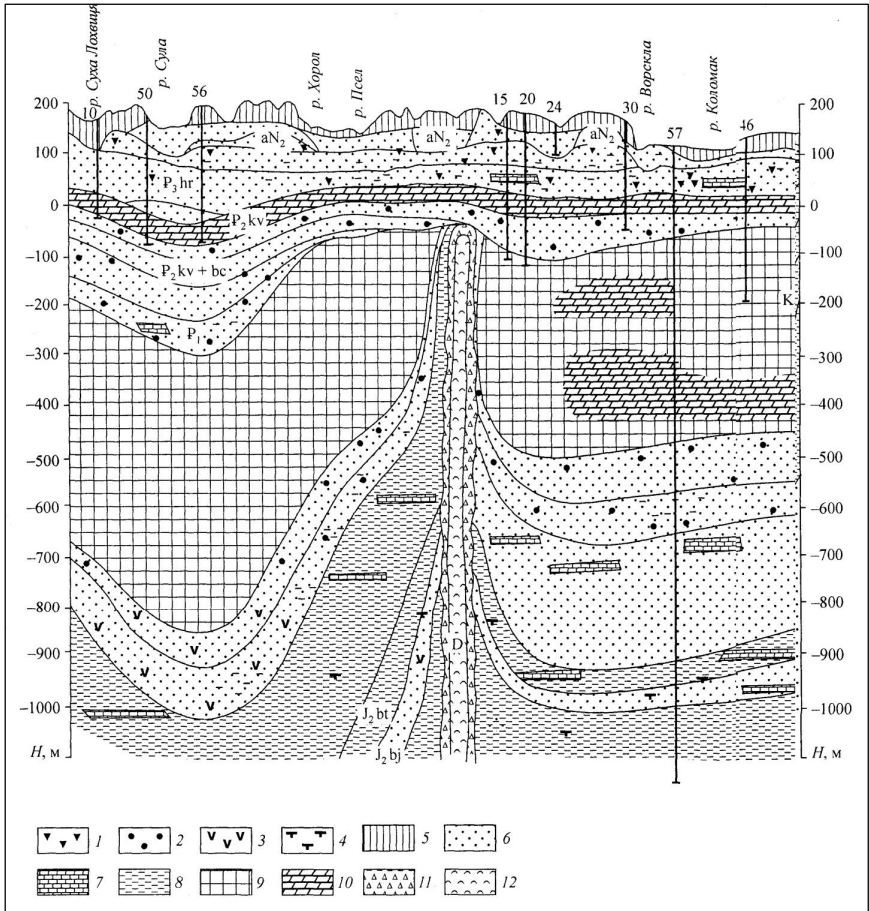
На території *Дніпровсько-Донецької западини* розповсюджені наступні водоносні горизонти :

- в антропогенових алювіальних відкладах, що за складом характеризуються як піски, місцями з гравієм та галькою, з лінзами і прошарками суглинків, супісків і глин;
- у відкладах нижньої крейди та сеноманського ярусу верхньої крейди;
- у відкладах харківської світи олігоцену;
- у відкладах еоцену та олігоцену.

*Воронезький кристалічний щит* характеризується наявністю водоносних горизонтів у тріщинній зоні мергельно-крейдової товщі верхньої крейди, крейди та мергелю.

Відповідно до гідрогеологічного районування територія басейнів річок Сула, Псел і Ворскла розташована у межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну та південно-західного схилу Воронезького кристалічного масиву [114, 135].

У цілому Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн в геоструктурному відношенні пов'язаний з Дніпровсько-Донецькою западиною. Регіональними областями живлення Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну є Український кристалічний щит (сюди відносяться південні притоки річок Десни, Сули, Псел, Ворскли, Самари) і Воронезька антекліза (розташовані верхів'я річок Ворскли, Псел та ін.), областю розвантаження є долина Дніпра [114]. Місцеві області живлення і розвантаження пов'язані з річковою мережею різних порядків, значну роль відіграє також водообмін між водоносними поверхами.



**Рис. 3.3. Поперечний гідрогеологічний профіль верхнього гідродинамічного поверху Дніпровського артезіанського басейну між річками Суха Лохвиця та Коломак (басейн Ворскли) [135] :**

*мінералізація води* : 1 – менше 1,0 г/дм<sup>3</sup>; 2 – 1,0-1,5 г/дм<sup>3</sup>; 3 – 1,5-3,0 г/дм<sup>3</sup>; 4 – понад 3,0 г/дм<sup>3</sup>;

*літологічний склад порід* : 5 – лесоподібні суглинки; 6 – піски; 7 – пісковики; 8 – глини; 9 – крейда; 10 – мергель; 11 – брекчія; 12 – кам'яна сіль

Регіональні області живлення, глибока і розгалужена ерозійна мережа долини Дніпра зумовлюють активний і глибокий водообмін з

формуванням значних ресурсів підземних вод. Зона інтенсивного водообміну гідрокарбонатних кальцієвих і хлоридно-гідрокарбонатних вод з мінералізацією до 1 г/дм<sup>3</sup> досягає 1000 м – найглибша з усіх артезіанських басейнів країни (рис. 3.3); окремі осередки мінералізованих вод пов'язані з впливом соляних штоків та розвантаженням глибоких водоносних горизонтів в місцях відсутності водотривких шарів і зменшення напору прісних вод.

### 3.4. Водокористування в басейнах Сули, Псла і Ворскли

Важливим антропогенним чинником впливу на гідролого-гідрохімічні характеристики річок із господарською діяльністю є водокористування (забір свіжої води та скиди стічних вод), облік яких здійснюється Державним агентством водних ресурсів України.

За останні двадцять років, у басейнах річок Сула, Псел та Ворскла спостерігається чітка тенденція до зменшення забору та використання води, а також до зменшення обсягів скидів стічних вод і забруднюючих речовин (рис. 3.4).

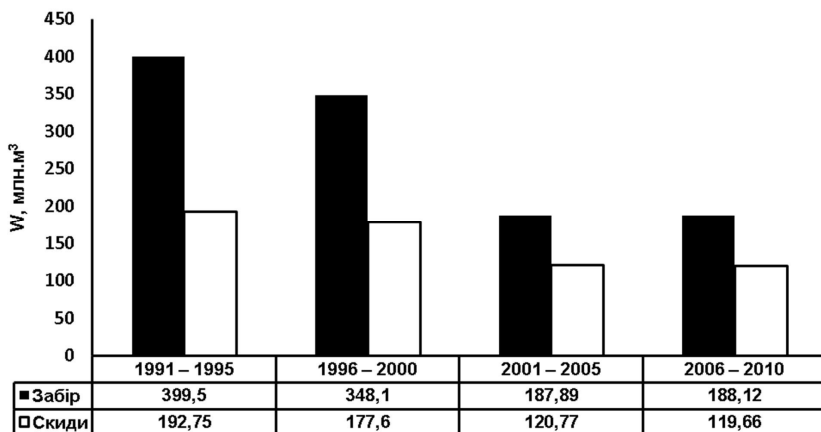
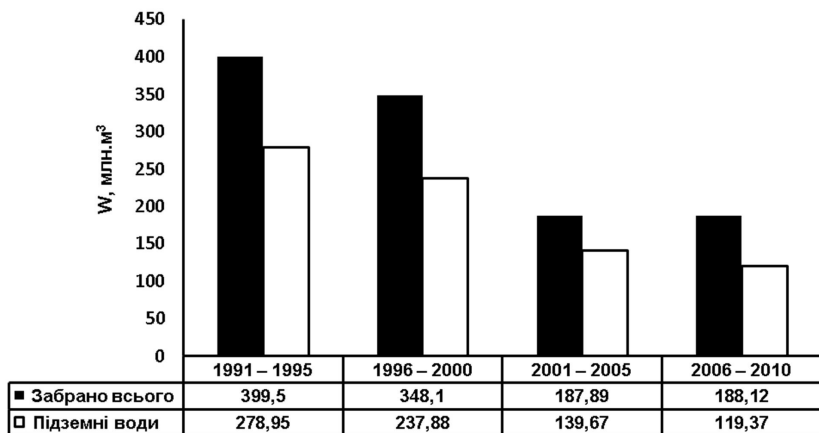


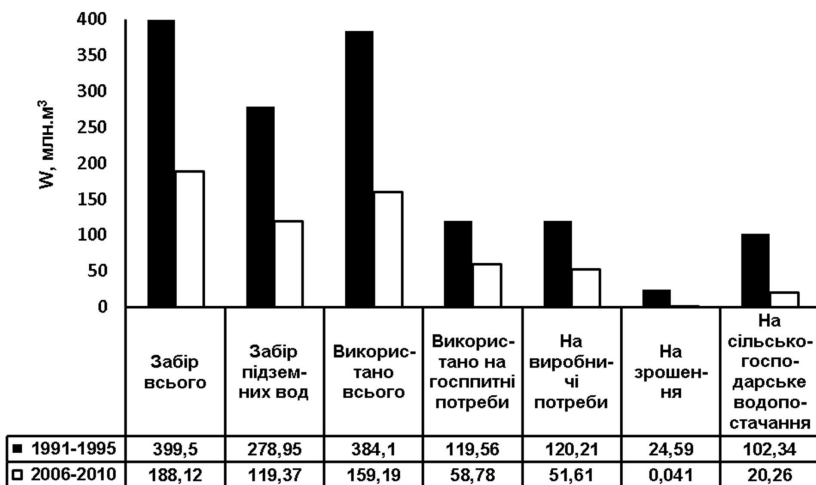
Рис. 3.4. Динаміка забору свіжої води та скидів стічних вод в басейнах річок Лівобережного Лісостепу (за даними 2-ГП–водгосп за відповідними періодами (1991-1995 рр., 1996-2000 рр., 2001-2005 рр., 2006-2010 рр.), млн. м<sup>3</sup>)

Так, за осередненими даними по п'ятирічках (1991-2010 рр.) річний забір води у басейні річок Лівобережного Лісостепу зменшився у 2,1 рази – з 399,5 млн. м<sup>3</sup> до 188,12 млн. м<sup>3</sup>. Хоча забір підземних вод зменшився у 2,3 рази, його частка в сумарному заборі води майже не змінилася і становить 69-63 %. Таким чином, у басейнах річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел та р. Ворскла) більше використовуються ресурси підземних вод. Вони у середньому становили 278,95 млн. м<sup>3</sup> на рік за період 1991-1995 рр., а у 2006-2010 рр. зменшилися до 119,37 млн. м<sup>3</sup>, тобто у 2,3 рази (рис. 3.5).



**Рис. 3.5.** Динаміка сумарного забору свіжої води із природних водних об'єктів, у тому числі із підземних водних об'єктів, в басейнах річок Лівобережного Лісостепу (за даними 2-ТП - водгосп) за відповідні періоди (1991-1995 рр., 1996-2000 рр., 2001-2005 рр., 2006-2010 рр.), млн. м<sup>3</sup>

Зменшення забору води в басейнах річок Лівобережного Лісостепу спричинено, перш за все, відповідним зменшенням у 2,3 рази, використаної води на виробничі потреби – з 120,21 млн. м<sup>3</sup> до 51,61 млн. м<sup>3</sup> за періоди, що розглядаються (рис. 3.6). Виробничі потреби становили 31 % від усього об'єму використаної води у басейнах. Звертає увагу різке зменшення використаної води на зрошення – з 24,59 млн. м<sup>3</sup> до 0,041 млн. м<sup>3</sup>. При цьому частка використаної на зрошення води зменшилася з 6 до 0,026 % від загальної кількості води.



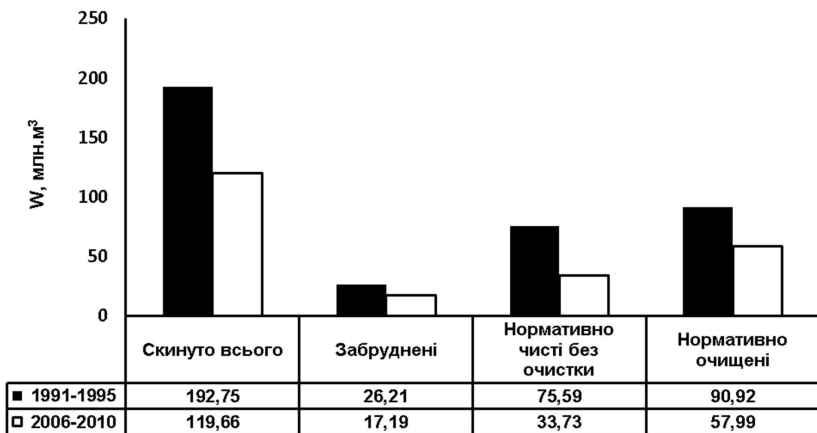
**Рис. 3.6. Показники забору та використання свіжої води на різні потреби в басейнах річок Лівобережного Лісостепу у порівнянні за відповідні періоди (1991-1995 рр., 2006-2010 рр.)**

На господарсько-питні потреби використання води також зменшилося – з 119,56 до 58,78 млн. м<sup>3</sup>, тобто у 2,03 раз. Але частка питної води від загальної кількості використаної води збільшилася з 31 до 37 %.

На сільськогосподарське водопостачання використання води зменшилося – з 102,34 млн. м<sup>3</sup> до 20,26 млн. м<sup>3</sup>, тобто у 5,05 рази. При цьому частка використаної на сільське господарство води зменшилася з 26,6 до 12,7 %.

Значне скорочення забору поверхневих вод у басейнах річок Лівобережного Лісостепу призвело до зменшення скидів стічних вод різної категорії якості (рис. 3.7).

Так, за період 1991-1995 рр. щорічно скидалося у середньому 192,75 млн. м<sup>3</sup>, а протягом 2006-2010 рр. – 119,66 млн. м<sup>3</sup>. Об'єм скидів у цілому зменшився у 1,6 рази, що відповідає і тенденції зменшення забору води у басейнах річок, (у 2,1 раз), хоча й не є ідентичним.



**Рис. 3.7. Скиди стічних вод різної категорії очищення в басейнах річок Лівобережного Лісостепу за відповідні періоди (1991-1995 рр. і 2006-2010 рр.)**

При цьому скид нормативно очищених вод зменшився у 1,6 рази, з 90,92 млн. м<sup>3</sup> до 57,99 млн. м<sup>3</sup>, нормативно чистих без очистки – зменшився у 2,2 рази, з 75,59 млн. м<sup>3</sup> до 33,73 млн. м<sup>3</sup>. Але обсяги скидів забруднених стічних вод зменшується порівняно мало – з 26,21 млн. м<sup>3</sup> до 17,19 млн. м<sup>3</sup> (зменшення в 1,5 рази).

Таким чином, частка нормативно очищених та нормативно чистих стічних вод у 1991-1995 рр. становила 86 % від загального об'єму скидів, без очистки скидалося близько 14 %, а у 2006-2010 рр. частка останніх у загальному об'ємі стічних вод залишилася незмінною (14 %).

Зменшення забору поверхневих вод та, відповідно, і скидів стічних вод у басейнах річок Лівобережного Лісостепу (річки Сула, Псел та Ворскла) за останні двадцять років пояснюється, в цілому, соціально-економічними негараздами в країні та зменшенням обсягів виробництва.

Аналізуючи найбільш значних водокористувачів в басейнах річок Лівобережного Лісостепу, можна виділити наступні господарські об'єкти в басейні р. Псел – АТ «СМПО ім. Фрунзе», (виробництво хімічного обладнання), м. Суми (водозабір – 3,90 тис. м<sup>3</sup>/добу); виробниче об'єднання «Хімпром», м. Суми (14,09 тис. м<sup>3</sup>/добу). В басейні р. Хорол (притока р. Псел) – Миргородське виробниче

управління водоканалізаційного господарства (ВУВКГ) (6,20 тис. м<sup>3</sup>/добу). В басейні р. Сула – Лубенське ВУВКГ (5,19 тис. м<sup>3</sup>/добу), Лубенська ковдряно-повстяна фабрика (3,89 тис. м<sup>3</sup>/добу). В басейні р. Ворскла – Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат (79,17 тис. м<sup>3</sup>/добу) [7]. Нижче коротко охарактеризовано скиди стічних вод цими об'єктами.

**Річка Сула. Лубенське ВУВКГ.** Осяг скидів стічних вод Лубенського ВУВКГ становить 1,893 млн. м<sup>3</sup>/рік. З них без очищення скидається близько 0,004 млн. м<sup>3</sup> та 1,89 млн. м<sup>3</sup> – недостатньо очищених. У 2000 р. зі стічними водами даного підприємства в р. Сула надійшло: нафтопродуктів – 0,019 т; сульфатних іонів (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) – 0,186 тис. т; хлоридних іонів (Cl<sup>-</sup>) – 0,743 тис. т; амонійного азоту (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) – 0,007 тис. т; нітратних іонів (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – 0,018 тис. т; СПАР – 0,057 т; заліза – 0,51 т; міді – 0,019 т; цинку – 0,003 т; нікелю – 0,009 т; завислих речовин – 0,028 тис.т (додаток А.1).

*Лубенська ковдряно-повстяна фабрика.* Об'єм скидань стічних вод Лубенської ковдряно-повстяної фабрики у р. Сула складає 1,421 млн. м<sup>3</sup>/рік. З них без очищення скидається 0,003 млн. м<sup>3</sup> і 1,418 млн. м<sup>3</sup> – недостатньо очищених. У 2000 р. зі стічними водами даного підприємства в р. Сула надійшло: нафтопродуктів – 0,029 т; сульфатних іонів (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) – 0,125 тис. т; хлоридних іонів (Cl<sup>-</sup>) – 0,506 тис. т; амонійного азоту (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) – 0,022 тис. т; нітратних іонів (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – 0,029 тис. т; СПАР – 0,143 т; заліза – 0,985 т; завислих речовин – 0,049 тис. т.

**Річка Псел. АТ «СМПО ім. Фрунзе» (виробництво хімічного обладнання), м. Суми.** Об'єм скидів стічних вод АТ «СМПО ім. Фрунзе», становить 0,257 млн. м<sup>3</sup> у рік. Всі стічні води оцінюються як недостатньо очищені. у 2000 р. зі стічними водами даного підприємства до р. Псел надійшло: нафтопродуктів – 0,644 т; сульфатних іонів (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) – 0,030 тис. т; хлоридних іонів (Cl<sup>-</sup>) – 0,013 тис. т; заліза – 0,149 т; завислих речовин – 0,014 тис. т (додаток А.2).

*Виробниче об'єднання "Хімпром", м. Суми.* Об'єм скидів стічних вод ВО "Хімпром", м. Суми складає 5,145 млн. м<sup>3</sup> у рік, з них 4,312 млн. м<sup>3</sup> оцінюються як недостатньо очищені. У 2000 р. зі стічними водами даного підприємства в р. Псел надійшло: сульфатних іонів (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) – 1,702 тис. т; хлоридних іонів (Cl<sup>-</sup>) – 0,549 тис. т; азоту амонійного (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) – 0,022 тис. т; азоту нітратного (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – 0,008 тис. т; заліза – 0,4 т.

**Річка Хорол (притока р. Псел).** *Миргородське ВУВКГ.* Об'єм скидів стічних вод Миргородського ВУВКГ становить 2,577 млн. м<sup>3</sup> на рік. Уся вода, що скидається, оцінюється як недостатньо очищена. У 2000 р. зі стічними водами даного комунального підприємства в р. Хорол надійшло: нафтопродуктів – 0,263 т; сульфатних іонів – 0,268 тис. т; хлоридних іонів (Cl<sup>-</sup>) – 1,087 тис. т; амонійного азоту (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) – 0,002 тис. т; нітратних іонів (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – 0,025 тис. т; СПАР – 0,582 т; заліза – 0,231 т; завислих речовин – 0,034 тис. т.

**Річка Ворскла.** *Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат.* Обсяг скидань стічних вод Полтавського ГЗК становить 14,64 млн.м<sup>3</sup>/рік. Вся вода, що скидається, характеризується як недостатньо очищена. У 2000 р. зі стічними водами даного підприємства до р. Ворскла надійшло: нафтопродуктів – 11,95 т; сульфатних іонів (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) – 9,24 тис. т; хлоридних іонів (Cl<sup>-</sup>) – 12,37 тис. т; амонійного азоту (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) – 0,029 тис. т; нітратних іонів (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – 0,164 тис. т; заліза – 3,45 т; завислих речовин – 0,708 тис. т (додаток А.3).

### Висновки до розділу 3

1. На території Лівобережного Лісостепу поширені чорноземні та лучно-чорноземні ґрунти. Завдяки неглибокому заляганням ґрунтових вод трапляються солонуваті ґрунти, що впливає на формування хімічного складу природних вод.

2. Формування хімічного складу води річок Сула, Псел і Ворскла у верхній і середній течіях відбувається в умовах вираженої переваги гідрокарбонату кальцію в ґрунтах і породах. Річкові води належать до гідрокарбонатного класу групи кальцію.

3. У нижніх течіях цих річок помітно проявляється содово-сульфатне засолення ґрунтів, що впливає на підвищення мінералізації води від витоків до гирла. Тут річкові води належать до гідрокарбонатного класу групи магнію-кальцію або натрію-кальцію першого типу.

4. Атмосферні опади на території лівобережного Лісостепу формують хімічний склад в умовах кислого середовища (рН=5,5).

5. Підземні води, які живлять річки досліджуваної території, мають, в основному, мінералізацію, що не перевищує 1 г/дм<sup>3</sup>.



6. За останні 20 років у басейнах річок Сула, Псел та Ворскла спостерігається тенденція до зменшення забору свіжої води і скидів стічних вод.

7. Частка поверхневих вод у сумарному заборі свіжої води становить менше половини 31-37 %.

8. Частка нормативно очищених та нормативно чистих вод, які скидаються у річки регіону становить 86 %; решта 14 % – неочищені стічні води.

## РОЗДІЛ 4 ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ

### 4.1. Гідрографічна характеристика

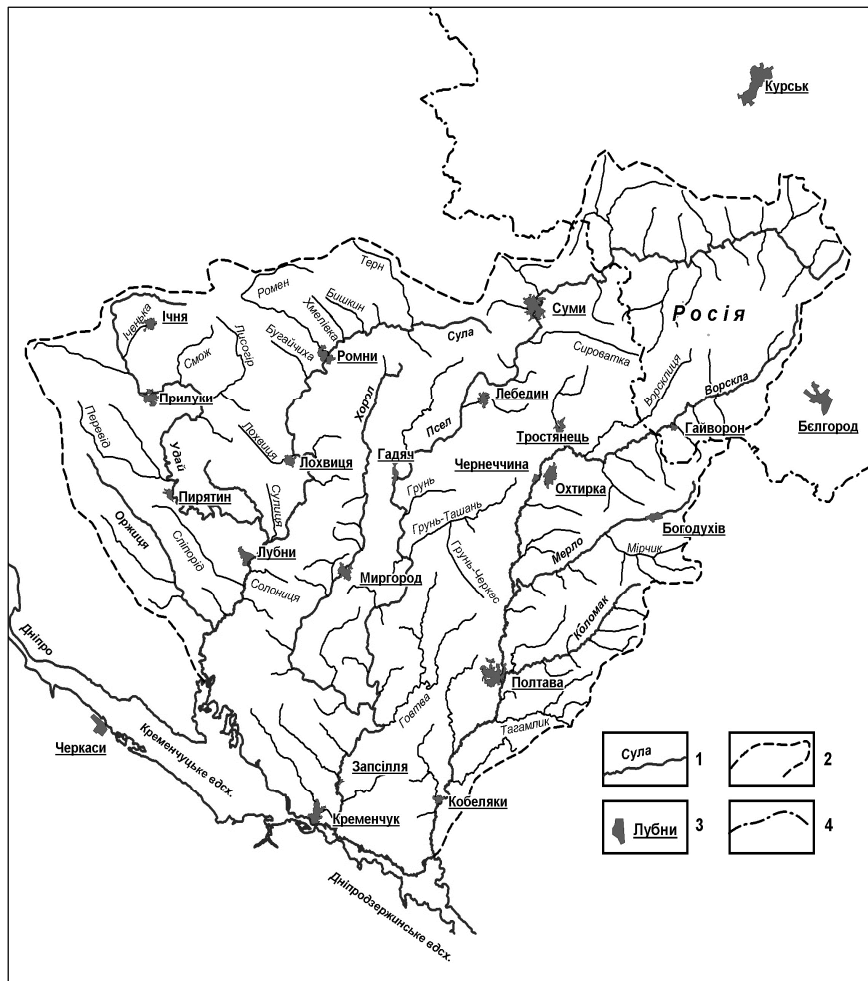
У розділі наведено гідрографічну характеристику та основні риси гідрологічного режиму річок Сула, Псел та Ворскла (рис. 4.1, табл. 4.1), які належать до басейну Дніпра (Сула впадає в Кременчуцьке водосховище, Псел та Ворскла – у Дніпродзержинське). Останні дві річки є транскордонними.

Псел бере початок у Прохорівському районі Белгородської області Російської Федерації (при загальній довжині річки 717 км на російську ділянку припадає 215 км).

Ворскла витікає в Івнянському районі Белгородської області (відповідно, 464 км – загальна довжина річки, 118 км – російська ділянка). Згідно гідрологічного районування території України басейни трьох річок розташовані в основному в Лівобережній Дніпровській області достатньої водності зони достатньої водності (Л.Г. Будкіна та ін. 1967) [5].

**Басейн р. Сула.** В гідрографічному плані річка Сула належить до басейну Дніпра. Басейн річки Сула бере початок на Середньоросійській височині та охоплює територію півночі лівобережної України в межах районів Сумської, Чернігівської, Полтавської та Київської областей.

Річка Сула тече в напрямку до Дніпра і є його лівою притокою (впадає у Кременчуцьке водосховище). Довжина річки становить 363 км, площа водозбору – близько 19600 км<sup>2</sup>. На річці розташовані міста Лубни та Ромни [75]. Долина річки трапецієподібна, часто асиметрична. Ширина від верхів'я до пониззя поступово зростає від 0,4-0,5 км до 10-11 км, лише на ділянці між гирлами Лохвиці і Удаю долина звужується до 4 км. Заплава р. Сула заболочена, є торфовища. Русло по усій довжині звивисте подекуди розгалужене, ширина 10-70 м (на плесах – 250 м), пересічна глибина – 1,5-2 м. Похил річки – 0,2 м/км. Живлення р. Сула змішане. Замерзає на початку грудня, скресає до середини березня. Воду використовують для зрошення і промислового водопостачання. У нижній ділянці річка судноплавна [127].



**Рис. 4.1. Гідрографічна мережа території Лівобережного Лісостепу :**

- 1 – річка та її назва;
- 2 – межі водозбору;
- 3 – населений пункт;
- 4 – межі державного кордону

**Таблиця 4.1**

**Гідрографічна характеристика річок Лівобережного Лісостепу**

Річка	Куди впадає, ліва (л), права (пр) притока	Довжина, км	Площа водозбору км <sup>2</sup>	Ширина русла, м	Ширина заплави, км	Похил, м/км
<b>Басейн Сули</b>						
Сула	Кременчуцьке вдсх (л)	363	19600	10-70	-	0,2
Терн	Сула (пр)	76	885	-	0,6	0,4
Бишкін	Сула (пр)	38	207	2	-	1,2
Хмелівка	Сула (пр)	32	168	5	0,2	1,5
Ромен	Сула (пр)	121	1660	12	-	0,3
Бугайчиха	Сула (пр)	28	179	5	-	2
Лохвиця	Сула (пр)	63	491	5	-	0,8
Сулиця	Сула (пр)	41	275	5-7	-	0,4
Удай	Сула (пр)	327	7030	20-40	0,4-0,5	0,2
Перевід	Удай (пр)	86	1260	10	0,4	0,4
Іченька	Удай (л)	26	167	-	-	0,9
Смож	Удай (л)	35	557	10	0,4	1,1
Лисогір	Удай (л)	61	1040	10	0,5	1,2
Сліпорід	Сула (пр)	83	660	-	0,4-0,5	0,3
Оржиця	Сула (пр)	117	2190	-	0,6	0,3
Солонія	Сула (л)	29	156	2	0,05	1,4
<b>Басейн Псла</b>						
Псел	Дніпродзержинське вдсх (л)	717	22800	-	-	0,2
Хорол	Псел (пр)	308	3870	10-60	0,5-1,5	0,3
Сироватка	Псел (л)	58	738	-	-	1,3
Голтва	Псел (л)	34	1680	-	0,2	0,2
Грунь	Псел (пр)	85	1090	10	0,4	1,0
Грунь-Ташань	Псел (л)	91	1870	10	-	0,7
Грунь-Черкес	Грунь-Ташань (л)	59	995	5	-	0,8
<b>Басейн Ворскли</b>						
Ворскла	Дніпродзержинське вдсх (л)	464	14700	30-40	-	0,3
Ворсклиця	Ворскла (пр)	101	1480	-	-	0,8
Мерла	Ворскла (л)	116	2030	8-10	-	0,8
Мірчик	Мерла (л)	43	703	-	-	1,1
Коломак	Ворскла (л)	102	1650	20-50	0,6-0,9	0,6
Тагамлик	Ворскла (л)	64	525	-	0,1	0,9

Серед великої кількості приток першого та другого порядку, які знаходяться в басейні Сули, основними є річки Терн, Бишкін, Хмелівка, Ромен, Бугайчиха, Лохвиця, Сулиця, Удай, Перевід, Іченька, Смож, Лисогір, Сліпорід, Оржиця, Солониця (див. табл. 4.1) [32].

**Басейн р. Псел.** В гідрографічному плані річка України – Псел, належить до басейну Дніпра. Протікає у Белгородській і Курській областях Росії, Сумській та Полтавській областях України, є лівою притокою Дніпра (впадає у Дніпродзержинське водосховище). Довжина 717 км, площа басейна 22,8 тис. км<sup>2</sup>. Річка Псел бере початок з джерела на західних схилах Середньоросійської височини, тече Придніпровською низовиною. Долина у верхній частині вузька, глибока, з крутими схилами, нижче її ширина досягає 10-15 км і 20 км (у нижній ділянці). Схили долини асиметричні: високі праві (висота 30-70 м) та низькі ліві. Заплава розчленована старицями та протоками, на окремих ділянках заболочена. Річище р. Псел звивисте, розгалужене. Похил річки 0,23 м/км. Пересічна витрата води у пониззі 55 м<sup>3</sup>/с. Замерзає на початку грудня, скресає до кінця березня. На р. Псел споруджено невеликі ГЕС та є шлюзи-регулятори. Воду р. Псел використовують для водопостачання та зрошування. На Пселу розташовані міста Суми і Гадяч, а на берегах річки знаходяться місця відпочинку.

Серед великої кількості приток першого та другого порядку, які знаходяться в басейні Псел, основними є річки Хорол, Сироватка, Голтва, Грунь, Грунь-Ташань, Грунь-Черкес (див. табл. 4.1).

*Хорол* – річка у Недригайлівському і Липоводолинському районах Сумської області та Гадяцькому, Миргородському, Хорольському, Семенівському і Глобинському районах Полтавської області, права притока Псла. Довжина 308 км, площа басейну 3870 км<sup>2</sup>. Бере початок із джерела на північ від с. Червоної Слободи, тече Придніпровською низовиною. Долина трапецевидна, часто асиметрична, з підвищеними правими і пологими лівими схилами; ширина долини досягає 10-12 км. Заплава заболочена поросла чагарниками і лучною рослинністю; ширина від 0,2-0,5 до 1,5-2 км. Річище на всьому протязі звивисте, на ділянці між м. Миргородом і с. Вишняками тече у підвищених берегах; ширина 10-60 м і більше (на плесах). Похил річки 0,3 м/км. Живлення мішане, з переважанням снігового і дощового. Замерзає наприкінці листопада – на початку грудня, скресає до кінця березня. Стік зарегульований шлюзами-

регуляторами; є водосховище. Воду використовують для водопостачання і зрошування. На р.Хорол розташовані міста Миргород і Хорол.

**Басейн р. Ворскла.** В гідрографічному плані річка Ворскла належить до басейну Дніпра. Протікає у Белгородській області Росії та Сумській та Полтавській областях України, є лівою притокою Дніпра (впадає у Дніпродзержинське водосховище). Довжина басейну р. Ворскла 464 км, площа басейну 14,7 тис. км<sup>2</sup>. Бере початок з джерела на західних схилах Середньоросійської височини, нижче тече Придніпровською низовиною. Долина Ворскли трапецієвидна, завширшки 10-12 км. Заплава асиметрична: майже на усьому протязі правий берег підвищений, крутий лівий – низький, подекуди заболочений. Річище звивисте: ширина Ворскли у середній та нижній течії 35-40 м, інколи перевищує 100 м, похил річки 0,3 м/км. Живлення мішане. Найвищі рівні води бувають у березні-квітні, найнижчі – у липні-жовтні. Пересічна витрата води у гирлі понад 36 м<sup>3</sup>/с. Льодостав з початку грудня до березня. Споруджено невеликі ГЕС; є шлюзи-регулятори. Воду використовують для промислового та побутового водопостачання та зрошування. На річки Ворсклі розташовані міста Полтава, Кобеляки; вздовж берегів, у Полтавській області, є пам'ятки природи – Ковпаківський лісопарк і Парасоцький ліс. Річка та її мальовничі береги є місцями відпочинку.

Серед великої кількості приток першого та другого порядку, які знаходяться в басейні р. Ворскла, основними є річки Ворсклиця, Мерла, Мірчик, Коломак, Тагамлик (див. табл. 4.1).

## 4.2. Гідрологічний режим річок

Водний режим річок Лівобережного Лісостепу визначається сукупним впливом кліматичних, гідрогеологічних, орографічних і гідрографічних умов території.

Згідно гідрологічного районування території басейну Дніпра за типами внутрішньорічного розподілу стоку [114], р. Сула належить до Нижньодеснянського, а річки Псел та Ворскла – до Ворсклопсельського гідрологічних районів середньодніпровської лівобережної зони. Характер водного режиму річок значною мірою визначається особливостями весняної повені, її тривалістю та участю талих вод у річному стоці, що у свою чергу обумовлюється типом живлення річок.

За даними досліджень [47] річки Сула, Псел і Ворскла належать до Центральнодніпровського низовинного і Полтавського рівнинного ландшафтно-гідрологічних районів Лівобережно-Дніпровської ландшафтно-гідрологічної провінції.

Річний стік річок, в основному, визначається річними опадами, особливостями рельєфу та характером підстильної поверхні. Середній розподіл водного стоку річок за сезонами року для обох районів наступний: весна (III-V) – 65-70 %, літо (VI-VIII) – 8-10 %, осінь (IX-XI) – 8-12 %, зима (XII-II) – 10-15 %.

**Весняна повінь** є найбільш вираженою фазою водного режиму річок Лівобережного Лісостепу. Починається вона, як правило, в першій або другій декаді березня (інколи наприкінці лютого), а закінчується, переважно, у другій декаді травня. Весняна повінь проходить двома-трьома піками, що обумовлено нерівномірним таненням снігу або випаданням дощів. Максимальні витрати води спостерігаються, як правило, в кінці березня. Шар стоку весняної повені становить на річках Сула та Псел 50-60 мм, а в басейні Ворскли – 40-50 мм.

Після проходження весняної повені відбувається поступовий перехід до наступної фази водного режиму річок Лівобережного Лісостепу – період **літньо-осінньої межені**, що в середньому починається наприкінці травня (дещо пізніше в гірлових ділянках), а завершується наприкінці листопада. У липні-серпні річки живляться переважно підземними водами і настає період глибокої межені. В цей час витрати води річок сягають мінімальних річних значень. Шар стоку літньо-осінньої межені становить 4-10 мм. У літньо-осінній період мають місце дощові паводки невеликої інтенсивності, тривалістю від 5-8 до 10-12 діб.

**Зимова межень** зимова межень на річках Лівобережного Лісостепу настає на початку грудня, а завершується близько середини березня. Під час зимової межені шар стоку становить 5-6 мм [14]. У періоди відлиг спостерігаються досить значні паводки висотою до 1,5 м і більше.

Середньобогаторічні витрати води у пригірлових ділянках річок становили [114]: р. Сула – с. Галицьке (18,7 тис. км<sup>2</sup> площа водозбору) – 35,0 м<sup>3</sup>/с; р. Псел – с. Запсілля (22,4 тис. км<sup>2</sup>) – 45,2 м<sup>3</sup>/с; р. Ворскла – с. Соколки (14,3 тис. км<sup>2</sup>) – 27,0 м<sup>3</sup>/с.

За вихідні дані було використано матеріали спостережень за витратами води на річках у басейнах рр. Сула, Псел, Ворскла по 16 гідрологічних постах.

Було проведено розрахунки по середньому, максимальному і мінімальному річному стоку (табл. 4.2). Побудовано різницеві інтегральні криві, на підставі яких було виділено переломні моменти у фазах водності для басейнів річок Сула, Псел та Ворскла та проведено дослідження динаміка середніх, максимальних і мінімальних витрат по сезонам року та внутрішньорічного розподілу стоку.

На основі побудови різницевих інтегральних кривих по середнім річним витратам води було встановлено, що переломний момент у фазах водності для річок досліджуваного регіону починається у 1988 році, тому на основі цих розрахунків в подальших дослідженнях було виділено два розрахункових періоди: до 1989 року і після (1989-2008 рр.).

В цілому для усіх постів на усіх річках (11 річок) досліджуваних басейнів є характерним зменшення максимальних витрат води, незалежно від фізико-географічних умов та розташування басейнів. Водночас спостерігається досить чітке зростання мінімального стоку за весь період спостережень. Середній багаторічний стік у більшості випадків має тенденцію до незначного зменшення, в ряді випадків майже не змінився і тільки в поодиноких випадках зріс (рис. 4.2-4.4).

Для річок усіх трьох басейнів для середніх витрат води по різницеvim інтегральним кривим, починаючи з 1988 року, у весняний період, спостерігається початок маловодної фази, яка йде аж до нашого часу. Виключенням є притоки з незначними площами водозборів, на яких переломні моменти настають у період 1971-1976 рр.

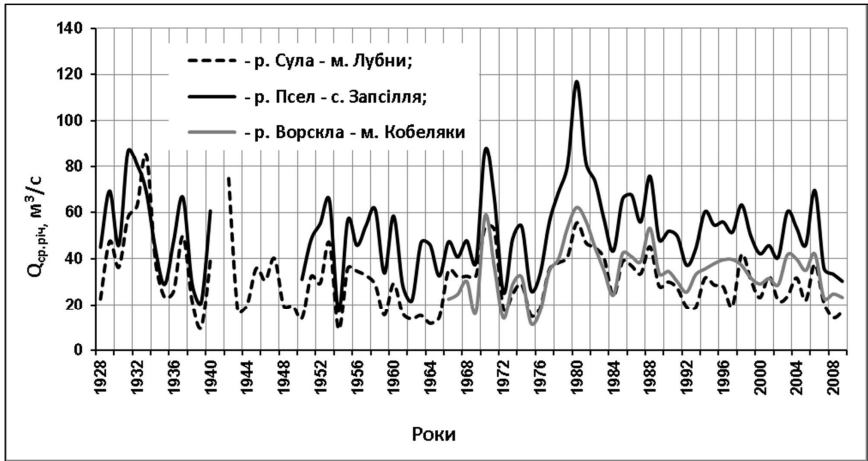
За різницеvими інтегральними кривими середніх річних витрат води було встановлено, що для більшості створів починаючи з кінця 80-х років минулого століття починається маловодна фаза із поступовим зменшенням кількісних показників середніх річних витрат (рис. 4.5). Якщо проаналізувати різницеvі інтегральні криві максимального стоку для замикальних постів на річках Сула, Псел, Ворскла (рис. 4.6), то чітко спостерігається тенденція до зменшення максимальних річних витрат води з 1988 року.



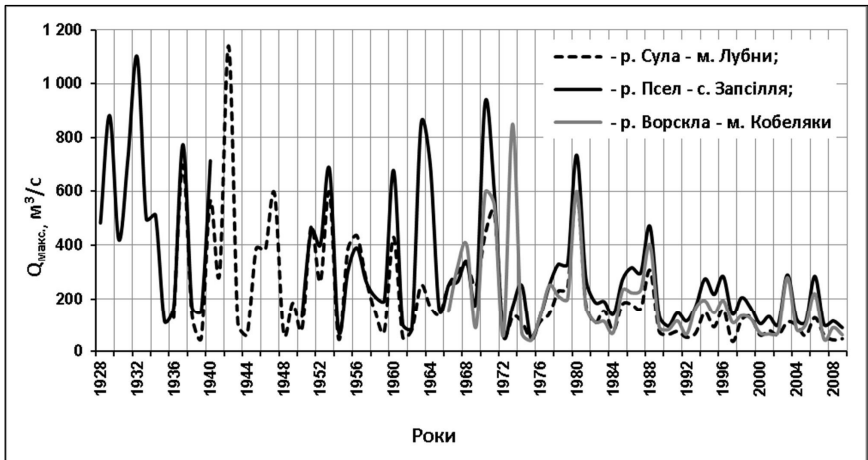
Таблиця 4.2

## Основні гідрологічні характеристики річок у басейнах рр. Сула, Псел, Ворскла

Річка – пост	Площа водозбору, км <sup>2</sup>	Середня багаторічна витрата води, м <sup>3</sup> /с	Максимальна багаторічна витрата води, м <sup>3</sup> /с	Мінімальна багаторічна витрата води, м <sup>3</sup> /с	Середній багаторічний об'єм стоку, млн. м <sup>3</sup>	Середній багаторічний модуль стоку, л/с	Максимальний модуль стоку, л/с	Мінімальний модуль стоку, л/с
Сула-Зеленівка	427	1,47	161	0,02	46,35	3,44	377	0,047
Сула-Ромни	4020	9,66	540	0,13	304,63	2,4	134	0,032
Сула-Лубни	14200	29,5	537	0,85	929,36	2,08	37,8	0,06
Ромен-Ромни	1650	3,27	91	0,05	103,12	1,98	55,2	0,03
Удай-Прилуки	1520	4,3	104	0,02	135,60	2,83	68,4	0,013
Перевід-Сасинівка	745	1,27	24,9	0,02	40,05	1,7	33,4	0,027
Сліпторід-Олександрівка	527	0,75	37,6	0,006	23,65	1,42	71,3	0,011
Оржиця-Маяківка	1950	3,44	103	0,26	108,48	1,76	52,8	0,133
Псел-Суми	7770	23,93	943	1,75	754,65	3,08	121	0,225
Псел-Гадяч	11300	34,74	1010	1,04	1095,56	3,07	89,4	0,092
Псел-Запсілля	21800	51,79	906	0,33	1633,24	2,38	41,6	0,015
Хорол-Миргород	1740	3,76	250	0,002	118,57	2,16	144	0,001
Голтва-Міхновка	1560	5,84	206	0,004	184,17	3,74	132	0,003
Ворскла-Чернетчина	5790	15,97	768	0,24	503,62	2,76	133	0,041
Ворскла-Кобеляки	13500	33,77	842	1,61	1064,97	2,5	62,4	0,119
Мерла-Богодухів	309	0,75	55,5	0,003	23,65	2,43	180	0,01



**Рис. 4.2. Хронологічний графік середніх річних витрат води Сули, Псла і Ворскли,  $\text{m}^3/\text{с}$**



**Рис. 4.3. Хронологічний графік максимальних річних витрат води Сули, Псла і Ворскли,  $\text{m}^3/\text{с}$**

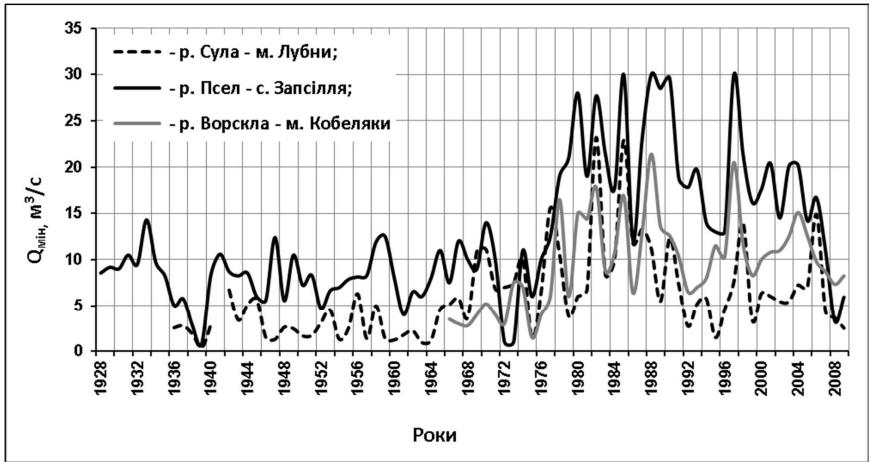


Рис. 4.4. Хронологічний графік мінімальних річних витрат води Сули, Псла, і Ворскли  $\text{m}^3/\text{с}$

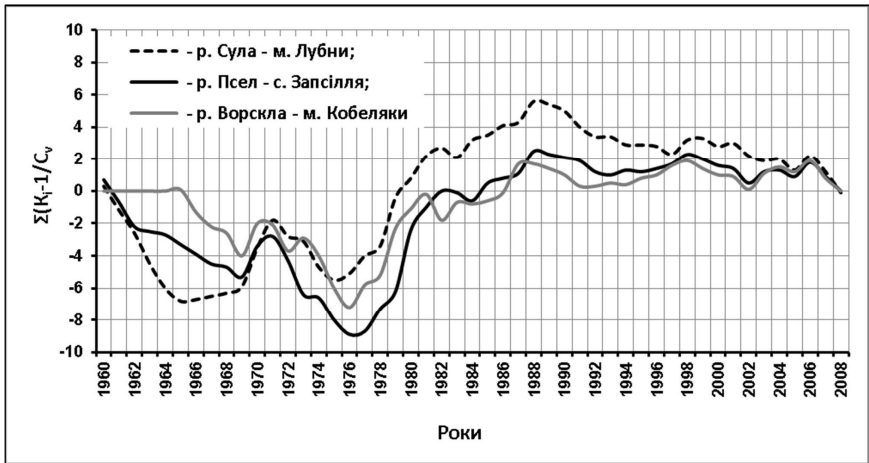
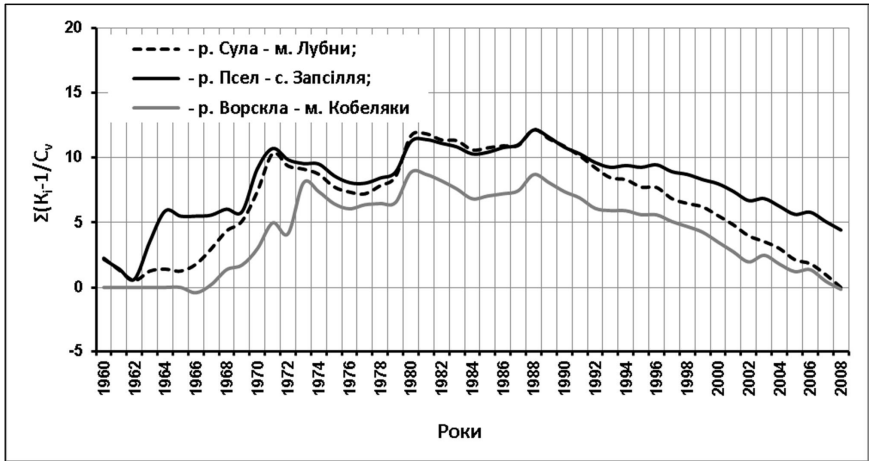
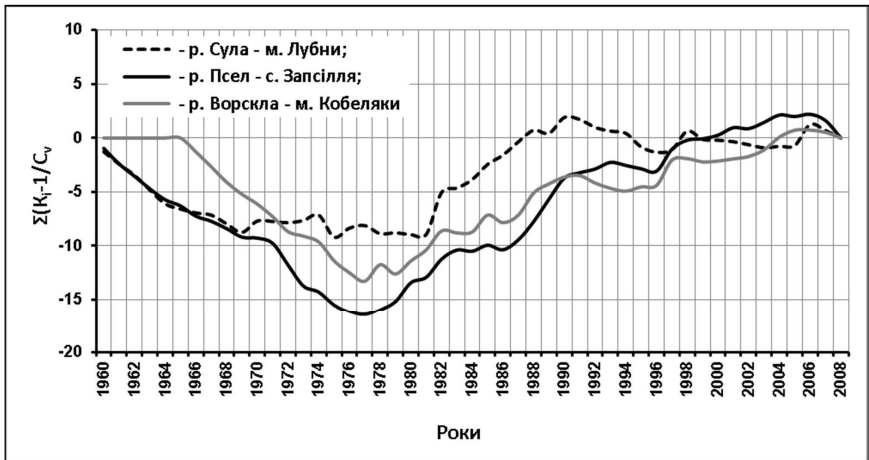


Рис. 4.5. Різницеві інтегральні криві середніх річних витрат води Сули, Псла і Ворскли



**Рис. 4.6. Різницеві інтегральні криві максимальних річних витрат води Сули, Псла і Ворскли**

Проте мінімальний стік води по створам р. Сула – м. Лубни, р. Псел – с. Запсілля, р. Ворскла – м. Кобеляки має тенденцію до збільшення в останні десятиліття (рис. 4.7).



**Рис. 4.7. Різницеві інтегральні криві мінімальних річних витрат води Сули, Псла і Ворскли**

Потрібно відзначити, що переломний момент у фазі водності (до багатоводної) мінімальних витрат води – 1979 р. Для всіх інших створів на цих річках та їх притоках він починається в період з 1978 р. по 1981 р.

В узагальненій табл. 4.3 показано зміни у фазах водності для середнього річного, максимального і мінімального стоку в басейнах річок Сула, Псел, Ворскла.

**Таблиця 4.3**

**Терміни настання фаз водності для середнього річного, максимального і мінімального стоку в басейнах річок Сула, Псел, Ворскла**

Річка – пост	Середні річні витрати води, м <sup>3</sup> /с	Максимальні багаторічні витрати води, м <sup>3</sup> /с	Мінімальні багаторічні витрати води, м <sup>3</sup> /с
Сула-Зеленівка	1988 ↓	1988 ↓	1978 ↑
Сула-Ромни	1988 ↓	1988 ↓	1990 ↑
Сула-Лубни	1988 ↓	1988 ↓	1991 ↑
Ромен-Ромни	1990 ↓	1988 ↓	1995 ↑
Удай-Прилуки	1977 ↑	1971 ↓	1981 ↑
Перевід-Сасинівка	1997 ↑	1971 ↓	1981 ↑
Сліпорід-Олександрівка	1977 ↑	1981 ↓	1979 ↑
Оржиця-Маяківка	2000 ↓	1988 ↓	1995 ↑
Псел-Суми	1993 ↓	1988 ↓	1979 ↑
Псел-Гадяч	1998 ↓	1971 ↓	1979 ↑
Псел-Запсілля	1989 ↓	1988 ↓	1977 ↑
Хорол-Миргород	1988 ↓	1988 ↓	1981 ↑
Голтва-Міхновка	1988 ↓	1988 ↓	1976 ↑
Ворскла-Чернетчина	1988 ↓	1988 ↓	1977 ↑
Ворскла-Кобеляки	1988 ↓	1988 ↓	1979 ↑
Мерла-Богодухів	1976 ↑	1988 ↓	1979 ↑

Такі особливості часового розподілу стоку свідчить про перерозподіл та вирівнювання його показників в часовому перебігу, тобто на фоні зменшення максимальних витрат води відбувається збільшення мінімального стоку протягом року.

Літньо-осінні значення мінімальних витрат води починають збільшуватись на головних річках у 1976 р., зимові – з кінця 70-х –

початку 80-х років. Отже, переломні моменти, після яких починається зростання мінімального стоку для всього регіону (окрім приток Сули), настають у 1977-1981 рр. (табл. 4.4).

**Таблиця 4.4**

**Настання фаз водності по мінімальним витратам води за відповідні періоди**

<b>Річка – пост</b>	<b>Літо – осінь</b>	<b>Зима</b>
Сула-Зеленівка	1976 ↑	1979 ↑
Сула-Ромни	1976 ↑	1979 ↑
Сула-Лубни	1976 ↑	1979 ↑
Ромен - Ромни	1986 ↑	1984 ↑
Удай-Прилуки	1981 ↑	1996 ↑
Перевід - Сасинівка	1981 ↑	1996 ↑
Сліпорід-Олександрівка	1980 ↑	1979 ↑
Оржиця-Маяківка	1995 ↑	1981 ↓
Псел-Суми	1979 ↑	1979 ↑
Псел - Гадяч	1979 ↑	1979 ↑
Псел-Запсілля	1979 ↑	1977 ↑
Хорол-Миргород	1976 ↑	1979 ↑
Голтва - Міхновка	1976 ↑	1979 ↑
Ворскла-Чернетчина	1976 ↑	1977 ↑
Ворскла-Кобеляки	1977 ↑	1977 ↑
Мерла-Богодухів	1975 ↑	1981 ↑

Аналіз рис. 4.7 і табл. 4.4 свідчить про те, що від початку гідрологічних спостережень до 70-х років на річках Лівобережного Лісостепу спостерігається зменшення мінімальних витрат води, а відповідно і частки підземного живлення. З кінця 70-х – початку 80-х років і до початку 90-х років відбувається зростання мінімального стоку, що обумовлено збільшенням частки підземного живлення. Впродовж останніх двох десятиліть значення мінімальних витрат води мають незначні коливання відносно багаторічного значення. Це свідчить про певну стабілізацію впливу підземного живлення на річковий стік.

Для річок усіх трьох басейнів для середніх витрат води по різницею інтегральним кривим, починаючи з 1988 року, у весняний період, спостерігається початок маловодної фази, яка йде аж до

нашого часу. Виключенням є притоки з незначними площами водозборів, на яких переломні моменти настають у період 1971-76 рр.

За результатами досліджень було встановлено, що для річок басейнів Сула, Псел, Ворскла за досліджуваний період, більша частина річного стоку припадає на весняний період і складає близько 50-60% від річного. На літньо-осінній і зимовій періоди припадає приблизно однакова частина стоку в межах 20-25%.

#### **Висновки до розділу 4**

1. У результаті досліджень на річках басейнів Сула, Псел, Ворскла було встановлено, що за багаторічний період (1960-2008 рр.) відбувся внутрішньорічний перерозподіл стоку. Це виявляється у зменшенні частки весняної повені і зростанні частки стоку, що припадає на літньо-осінній і зимовий періоди. Частка стоку весняного сезону зменшилась на 15-16 %; літньо-осіннього і зимового періодів, навпаки, зросла, відповідно на 25 % і 2-6 %, у порівнянні з періодом до 1989 року. Як бачимо, динаміка зростання літньо-осіннього сезону в 2-3 рази перевищує зростання зимового.

2. За даними аналізу різницевих інтегральних кривих максимальний стік зменшився для весняного періоду, а для літньо-осіннього і зимового навпаки збільшився. Мінімальний же стік у всіх сезонах збільшився по всіх створах і басейнах. Це свідчить про певні кліматичні зміни в басейні, що в свою чергу впливають на водний режим та режим живлення.

3. Для періоду весняної повені переломний момент, після якого відбувається зменшення максимального стоку, припадає на кінець 80-х років. Для літньо-осінньої межені, починаючи з 1979 р., спостерігається багатоводна фаза. Для зимової межені настання багатоводної фази припадає на 1978-1979 рр.

4. Таким чином можна стверджувати, що за досліджуваний період для річок басейнів Сула, Псел та Ворскла відбулись зміни у водному режимі. Це проявляється у перерозподілі стоку у внутрішньорічному вимірі, стабілізації у річному, зміні часток типів живлення і перерозподілі фаз водності у водному режимі.

## РОЗДІЛ 5

### ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

#### **5.1. Загальні положення досліджень гіdroхімічного режиму**

Хімічний склад природних вод є комплексом розчинених газів, мінеральних солей та органічних сполук, до нього входять майже всі відомі хімічні елементи. Речовини, які становлять хімічний склад природних вод, при гіdroхімічних дослідженнях поділяють на групи [100].

У поверхневих водах також знаходиться значна кількість органомінеральних часток у завислому стані, на яких сорбується певна кількість розчинених речовин, особливо забруднювальних. Ці речовини у районах з великим антропогенним навантаженням певною мірою визначають якість поверхневих вод [34, 58, 65].

Виділяють сім груп хімічних компонентів у воді: головні іони; біогенні речовини; розчинені гази; органічні речовини; мікроелементи; забруднювальні речовини; радіоактивні елементи [2, 91, 100].

Гіdroхімічний режим характеризується закономірними змінами хімічного складу річкових вод у часі, які обумовлені природними умовами басейну та господарської діяльності. Проявляється гіdroхімічний режим у вигляді багаторічних та сезонних коливань вмісту хімічних компонентів і показників фізичних властивостей води. Сезонна динаміка гіdroхімічного режиму більшості компонентів хімічного складу річкових вод басейнів Сула, Псел та Ворскла обумовлена, перш за все, сезонною динамікою природних факторів формуванню стоку та гіdroлогічним режимом річок.

Для гіdroлогічного режиму річок Сула, Псел та Ворскла є характерним чітко виражений характер, який визначається зміною типу водного живлення річок протягом року. У середньорічному стоці частка стоку весняного періоду досягає 65-70 %, літньо-осіннього – 15-25 %, зимового – 10-15 % [114].

Під час весняної повені об'єм водного стоку річок басейнів Сула, Псел та Ворскла зростає, що сприяє розбавленню розчинених у воді солей.



Снігове живлення, характерне для більшості річок України, створює малу мінералізацію річкових вод, що значною мірою залежить від складу атмосферних опадів. Грунт під сніговим покривом зазвичай промерзає, і тому талі води не збагачуються солями, вимиваючи лише ті, які можна вилуговувати з поверхневого шару ґрунту. Тому мінералізація води у весняну повинь залежить від інтенсивності танення снігового покриву, його потужності, характеру погоди перед випаданням снігу. Під час сухої осені в результаті випаровування і вивітрювання поблизу поверхні накопичуються солі, а за дощової осені ґрунти збіднюються на солі.

Дощове живлення теж зумовлює малу мінералізацію річкових вод, втім вищу, ніж при сніговому живленні.

Підземні води є основним джерелом живлення річок басейнів Сула, Псел та Ворскла в меженні періоди. В цей час створюються сприятливі умови для розвантаження водоносних горизонтів у русла річок. Під час зимової межені стік річок Сула, Псел та Ворскла відбувається за рахунок підземного живлення, яке становить 10-15 % річного стоку. Підземні води мають підвищену мінералізацію, яка залежить від геолого-гідрогеологічних особливостей басейну. Ці процеси сприяють підвищенню мінералізації річкових вод в меженний період та збільшенню вмісту окремих хімічних компонентів [92].

Дослідження гідрохімічного режиму річок Сула, Псел і Ворскла та їх приток зумовило необхідність групування вихідної інформації за кожним пунктом спостережень відповідно до основних сезонів: весняна повинь, літньо-осіння та зимова межені. В результаті, було виділено генетично однорідні сукупності, які характеризують період з переважанням тих чи інших процесів формування хімічного складу річкових вод під впливом сезонних змін.

Весняна повинь на річках Сула, Псел та Ворскла починається на початку другої декади березня, а завершується в кінці квітня – всередині першої декади травня. Літньо-осіння межень на досліджуваних річках в середньому починається в травні (дещо пізніше в гирлових ділянках), а завершується в кінці листопада. Зимова межень на річках Лівобережного Лісостепу настає з початку грудня, а завершується близько середини березня [11].

З урахуванням цих термінів групувалися гідрохімічні дані для розрахунків середніх концентрацій хімічних компонентів за період 1989-2009 рр.

Із 19 пунктів спостережень за хімічним складом річкових вод у басейнах Сули, Псла та Ворскли 13 пунктів – розташовано на головних річках, а саме: на р. Сула – 2 пункти спостережень, на р. Псел – 5 пунктів спостережень та 6 пунктів спостережень на р. Ворскла. На притоках розташовано 6 пунктів спостережень: 2 – на р. Удай, притоці р. Сули, 2 – на р. Хорол, притоці р. Псел та 2 – на р. Мерла, притоці р. Ворскла. Гідрохімічний режим річок Сула, Псел, Ворскла досліджувався за наступними групами компонентів хімічного складу:

- фізико-хімічні показники (рН,  $O_2$ , % насичення,  $CO_2$ , біохроматна окиснюваність – БО, біохімічне споживання кисню за 5 діб – БСК<sub>5</sub>);
- головні іони – ( $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+ + K^+$ ) та мінералізація води;
- біогенні речовини – ( $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_2^-$ ,  $N-NO_3^-$ ,  $N_{заг.}$ ,  $P_{мін.}$ ,  $P_{заг.}$ , Si);
- мікроелементи – ( $Fe_{заг.}$ , Cu, Mn, Zn);
- специфічні забруднювальні речовини – (нафтопродукти, СПАР, феноли).

## 5.2. Фізико-хімічні показники води

**Водневий показник (рН)** відіграє важливу роль у формуванні якості води, є досить стабільним і змінюється у незначних межах, що обумовлено буферними властивостями води. У річкових водах його величина зазвичай коливається від 6,5 до 8,5.

Аналіз гідрохімічних матеріалів за період 1989-2009 рр. показав, що на території Лівобережного Лісостепу спостерігається чітка закономірність зміни середньорічних значень рН річкових вод по річкових басейнах: у басейні р. Сула середній багаторічний показник рН річкової води становить 7,51, у басейні р. Псел значення водневого показника дещо підвищується до 7,73, і у басейні р. Ворскла сягає 7,97. Причому, у водах приток величини рН помітно вищі, ніж в головних річках (табл. 5.1).

**Таблиця 5.1**  
**Середні\*, мінімальні та максимальні значення рН, газового складу, біхроматної окиснюваності (БО) та біхімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) у воді річок Лівобережного Лісоостепу (р. Сула, р. Песел, р. Ворскла) та їх приток за період 1989-2009 рр.**

Річка	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	2	3	4	5	6	7
Весняна повінь						
р. Сула	<u>6,91</u> 6,70 – 7,11	<u>7,92</u> 7,79 – 8,04	<u>64,98</u> 64,23 – 65,73	<u>14,02</u> 13,88 – 14,15	<u>31,03</u> 30,34 – 31,72	<u>0,74</u> 0,54 – 0,94
р. Удай	<u>7,89</u> 7,89	<u>8,69</u> 8,51 – 8,88	<u>70,23</u> 69,15 – 71,31	<u>11,14</u> 11,03 – 11,25	<u>43,89</u> 41,22 – 46,57	<u>0,66</u> 0,64 – 0,69
р. Песел	<u>7,73</u> 7,61 – 7,84	<u>10,09</u> 7,30 – 12,40	<u>81,73</u> 57,91 – 96,81	<u>13,98</u> 12,11 – 17,00	<u>33,27</u> 31,50 – 34,41	<u>3,74</u> 2,70 – 5,10
р. Хорол	<u>7,79</u> 7,78 – 7,81	<u>9,72</u> 8,91 – 10,52	<u>80,34</u> 74,84 – 85,83	<u>13,92</u> 13,84 – 14,00	<u>41,37</u> 38,52 – 44,21	<u>1,76</u> 1,69 – 1,83
р. Ворскла	<u>7,87</u> 7,68 – 8,52	<u>10,83</u> 9,76 – 11,56	<u>85,05</u> 73,84 – 93,44	<u>16,12</u> 13,41 – 25,40	<u>35,83</u> 31,00 – 43,32	<u>3,36</u> 1,54 – 5,08
р. Мерла	<u>8,13</u> 8,12 – 8,14	<u>12,91</u> 12,61 – 13,20	<u>91,14</u> 81,85 – 100,44	<u>6,90</u> 6,74 – 7,06	<u>35,81</u> 32,51 – 39,10	<u>5,38</u> 5,23 – 5,53
Літньо-осіння межень						
р. Сула	<u>6,91</u> 6,72 – 7,10	<u>8,03</u> 7,94 – 8,11	<u>75,87</u> 75,76 – 75,99	<u>13,87</u> 13,56 – 14,18	<u>32,41</u> 31,04 – 33,77	<u>0,81</u> 0,69 – 0,92
р. Удай	<u>7,96</u> 7,89 – 8,03	<u>7,66</u> 7,21 – 8,11	<u>68,41</u> 66,64 – 70,17	<u>7,89</u> 7,80 – 7,99	<u>34,33</u> 31,70 – 36,96	<u>1,54</u> 1,51 – 1,56

**Продовження табл. 5.1**

<i>I</i>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>
р. Псел	<u>7,77</u> 7,70 – 7,90	<u>8,54</u> 6,70 – 10,30	<u>81,96</u> 61,90 – 98,90	<u>10,96</u> 8,30 – 16,20	<u>29,92</u> 26,55 – 31,10	<u>4,25</u> 3,50 – 5,40
р. Хорол	<u>7,79</u> 7,76 – 7,83	<u>9,37</u> 8,32 – 10,42	<u>86,74</u> 79,34 – 94,13	<u>12,29</u> 11,64 – 12,94	<u>30,35</u> 27,58 – 33,13	<u>2,05</u> 1,75 – 2,35
р. Ворскла	<u>7,77</u> 7,67-8,02	<u>10,65</u> 9,30-12,80	<u>93,08</u> 76,60-99,89	<u>16,55</u> 14,60-18,30	<u>30,46</u> 27,30-32,70	<u>3,17</u> 1,30-5,10
р. Мерла	<u>8,07</u> 8,03 – 8,12	<u>10,93</u> 10,50 – 11,36	<u>102,32</u> 97,40 – 107,25	<u>9,03</u> 8,08 – 9,98	<u>30,62</u> 29,14 – 32,10	<u>4,97</u> 4,93 – 5,02
Зимова межень						
р. Сула	<u>7,48</u> 7,34 – 7,62	<u>7,47</u> 7,47 – 7,48	<u>51,74</u> 51,60 – 51,87	<u>15,27</u> 15,06 – 15,49	<u>35,52</u> 35,13 – 35,90	<u>0,59</u> 0,58 – 0,61
р. Удай	<u>7,88</u> 7,87 – 7,89	<u>6,75</u> 6,43 – 7,06	<u>48,02</u> 47,46 – 48,58	<u>11,25</u> 11,22 – 11,28	<u>35,32</u> 33,24 – 37,40	<u>1,44</u> 1,39 – 1,48
р. Псел	<u>7,66</u> 7,60 – 7,73	<u>8,48</u> 5,90 – 10,80	<u>60,02</u> 41,00 – 76,50	<u>15,68</u> 10,40 – 19,60	<u>27,22</u> 21,40 – 32,90	<u>3,57</u> 2,40 – 5,30
р. Хорол	<u>7,62</u> 7,61 – 7,62	<u>7,25</u> 6,59 – 7,91	<u>50,15</u> 45,87 – 54,44	<u>22,03</u> 21,25 – 22,82	<u>38,46</u> 35,56 – 41,37	<u>1,28</u> 1,26 – 1,31
р. Ворскла	<u>7,76</u> 7,66 – 7,90	<u>10,77</u> 10,02 – 11,92	<u>74,94</u> 69,65 – 83,24	<u>19,62</u> 15,86 – 27,21	<u>30,86</u> 24,60 – 37,60	<u>3,35</u> 1,73 – 5,00
р. Мерла	<u>8,22</u> 8,05 – 8,39	<u>14,10</u> 13,68 – 14,52	<u>95,18</u> 94,75 – 95,62	<u>11,61</u> 10,80 – 12,41	<u>31,63</u> 30,82 – 32,44	<u>5,34</u> 5,17 – 5,50

**Примітка**\* середні значення для річок підкреслені

Зміна значень водневого показника у річкових водах за фазами водного режиму та сезонами року також мають свої закономірності. У період весняної повені концентрація іонів водню у річкових водах має найвищі значення – 7,73-7,79 в басейні р. Псел, 7,87-8,13 у воді р. Ворскли та її притоки р. Мерла. Тому за показником рН річкової води характеризуються як слабо лужні. Щодо р. Сули, то середнє по річці значення водневого показника у весняний період є помітно меншим – 6,91, що, ймовірно, зумовлено впливом виробничих стічних вод підприємств (додаток Б.1). Проте, величина рН у воді р. Удай (притока р. Сули) у під час весняної повені (так як і у воді річок басейну Псла та Ворскли) має у внутрішньорічному відношенні підвищений показник, що становить 7,89.

У період літньо-осінньої межені, попри переважання підземного живлення, на хімічний склад річок значною мірою здійснюють вплив низка інших природних факторів та антропогенна діяльність. Тому чітких закономірностей у просторовому розподілі величин рН річкових вод у період літньо-осінньої межені не виявлено (додаток Б.2).

Під час зимової межені важливий вплив на значення водневого показника річкових вод здійснюють підземні води, величина рН яких значно менша. Тому у зимовий період у переважній більшості пунктів спостережень показники рН мають найменші значення (додаток Б.3).

Аналіз багаторічної зміни величини рН води річок Лівобережного Лісостепу показав, що у гідрохімічних створах р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста та р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста починаючи з 2001 р. спостерігається різка зміна середньорічних значень водневого показника з 7,80-7,82 (слабко лужні води) до значень 6,28-6,39 (слабокислі води).

**Кисневий режим.** Розчинний кисень у природних водах має виключно важливе значення, оскільки його наявність визначає ступінь аерованості води і можливість існування у ній життя [100]. Концентрація розчиненого у поверхневих водах кисню змінюється від нуля до  $14 \text{ мг/дм}^3$  [58]. Мінімально допустима концентрація кисню у воді для водойм рибогосподарського призначення становить  $6,0 \text{ мг/дм}^3$ , а для водойм господарсько-питного водопостачання –  $4,0 \text{ мг/дм}^3$ .

Особливості кисневого режиму річок Лівобережного Лісостепу визначаються низкою факторів, серед яких домінуючими є

температурний режим, внутрішньоводойменні гідробіологічні та гідродинамічні процеси, властивості хімічних речовин, що знаходяться у воді, а також антропогенний вплив.

Просторовий розподіл середньорічних концентрацій розчиненого у воді кисню має чіткий зональний характер. Найменші середньорічні значення вмісту  $O_2$  у воді характерні для річкових вод басейну р. Сула і коливаються в межах 7,70-7,81 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає 62,2-62,4 % насичення  $O_2$ . Причому на р. Удай (притока Сули) концентрація  $O_2$  у воді і насичення води киснем менша, ніж на головній річці.

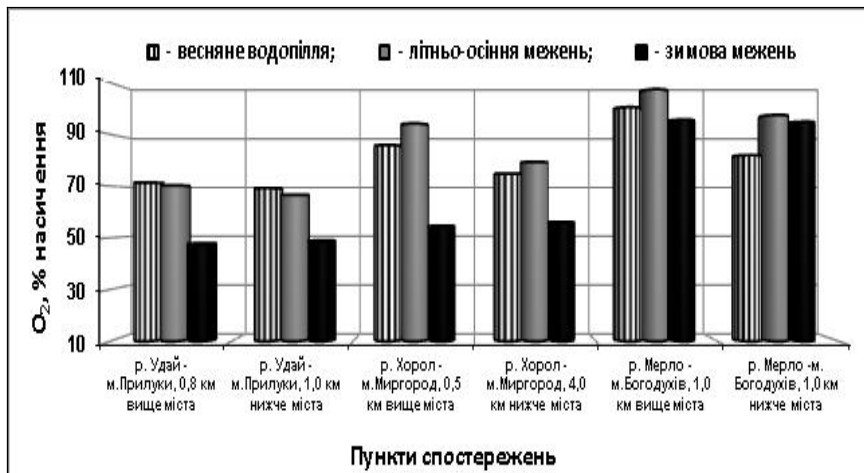
У басейні р. Псел середньорічні концентрації розчиненого у воді кисню мають вищі значення – 9,04-8,78 мг/дм<sup>3</sup>, а у річкових водах р. Ворскли та її притоки р. Мерла – відповідно 10,8-12,6 мг/дм<sup>3</sup>.

У сезонному відношенні найкращим кисневим режимом вирізняється період весняної повені. У цей час середня концентрація  $O_2$  у воді р. Сули становить 7,92 мг/дм<sup>3</sup> (близько 65,0 % насичення киснем) (див. додаток Б.1), змінюючись у межах від 7,79 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 8,04 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді р. Псел дещо вища і становить 10,1 мг/дм<sup>3</sup> (81,7 % насичення  $O_2$ ), при зростанні діапазону коливань від 7,30 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста) до 12,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста). Середня концентрація  $O_2$  під час весняної повені у воді р. Ворскла підвищується і становить 10,8 мг/дм<sup>3</sup> (85,0 % насичення  $O_2$ ), змінюючись у межах від 9,76 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернечина, в межах села) до 11,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста).

Сезонний розподіл відносного вмісту кисню у воді приток р. Удай, р. Хорол та р. Мерла зображено на рис. 5.1.

З настанням періоду літньо-осінньої межені середня концентрація  $O_2$  у воді р. Сула підвищується і становить 8,03 мг/дм<sup>3</sup> (75,9 % насичення  $O_2$ ), змінюючись у межах від 7,94 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 8,11 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) (див. додаток Б.2).

Середня концентрація  $O_2$  у воді р. Псел під час літньо-осінньої межені, порівняно з весняним періодом є меншою – 8,54 мг/дм<sup>3</sup> (82,0 % насичення  $O_2$ ) при діапазоні коливань від 6,70 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста) до 10,3 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста).



**Рис. 5.1.** Сезонний розподіл відносного вмісту кисню ( $O_2$  % насичення) у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Удай – м. Прилуки, вище та нижче міста; р. Хорол – м. Миргород, вище та нижче міста; р. Мерла – м. Богодухів, вище та нижче міста), 1989-2009 рр.

Середня концентрація  $O_2$  під час літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла, так як і у воді р. Псел є меншою, порівняно з періодом весняної повені, і становить  $10,7 \text{ мг/дм}^3$  (84,9 % насичення  $O_2$ ), змінюючись у межах від  $9,30 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста) до  $12,8 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернечина, вище села). У воді р. Мерла концентрація  $O_2$  у воді складає  $10,9 \text{ мг/дм}^3$ , що відповідає 102,3 % насичення  $O_2$ .

Під час зимової межені середній вміст розчиненого кисню у річкових водах басейну р. Сула та р. Псел порівняно з літньо-осінньою меженню зменшується. Так, концентрація  $O_2$  у воді р. Сула змінюється у межах від  $7,47 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до  $7,48 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) і у середньому становить  $7,47 \text{ мг/дм}^3$  (51,2 % насичення  $O_2$ ).

Незважаючи на відносно добрі середньорічні та сезонні показники вмісту кисню у воді р. Сула у створах р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста та р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста 18.02.1996 р. спостерігався період з надзвичайно низьким вмістом

кисню у воді – 1,56 мг/дм<sup>3</sup> та 1,55 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає 11,0 % насичення O<sub>2</sub>.

Середня концентрація O<sub>2</sub> у воді р. Удай (притока р. Сула) також менша та складає 6,75 мг/дм<sup>3</sup> (48,0 % насичення O<sub>2</sub>), змінюючись від 6,43 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста), до 7,06 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста).

Середня концентрація O<sub>2</sub> під час зимової межени у воді р. Псел становить 8,48 мг/дм<sup>3</sup> (60,0 % насичення киснем), а у воді р. Хорол – 7,25 мг/дм<sup>3</sup> (50,2 % насичення O<sub>2</sub>).

На відміну від річок басейну р. Сула та р. Псел у воді р. Ворскла та р. Мерла концентрація O<sub>2</sub> під час зимової межени у воді підвищується порівняно з літньо-осінньою меженню та становить 10,8 мг/дм<sup>3</sup> (74,9 % насичення O<sub>2</sub>), та 14,1 мг/дм<sup>3</sup> (95,2 % насичення O<sub>2</sub>).

**Діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>).** Наявність у воді вуглекислого газу має важливе значення для рослинних організмів як джерело вуглецю, без якого у природних водах не існувало б життя, а також відіграє важливу роль у гідрохімічних процесах, зокрема, збільшує розчинність води і стає джерелом утворення іонів HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> і CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> [99]. У поверхневих водах концентрація CO<sub>2</sub> не перевищує 20-30 мг/дм<sup>3</sup>.

У внутрішньорічному відношенні міст вуглекислого газу у річкових водах Лівобережного Лісостепу має чітку сезонну мінливість, що пов'язано з інтенсивністю процесів фотосинтезу.

У період весняної повені середня концентрація CO<sub>2</sub> у воді р. Сула становить 14,0 мг/дм<sup>3</sup> (див. додаток Б.1), змінюючись у межах від 13,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до 14,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста). У воді р. Псел вміст вуглекислого газу у воді має дещо вищі значення, що коливаються від 12,1 мг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 17,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). Річка Ворскла серед досліджуваних водних об'єктів характеризується найвищим вмістом діоксиду вуглецю у весняний період, що становить 16,1 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 13,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 1,5 км вище міста) до 25,4 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернечина, вище села).

Слід зазначити, що під час весняної повені концентрація CO<sub>2</sub> у воді приток (р. Удай, р. Хорол та р. Мерла) значно менша, ніж у воді основних річок. При цьому абсолютний мінімум спостерігається у воді р. Мерла (басейн р. Ворскли) і коливається від 6,74 мг/дм<sup>3</sup>



(м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $7,06 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Під час літньо-осінньої межені, порівняно із періодом весняної повені, вміст  $\text{CO}_2$  у воді річок Сула та Псел є дещо меншим, що пов'язано розвитком внутрішньоводойменних процесів та активним споживанням вуглекислого газу водною рослинністю у процесі фотосинтезу. Проте, у воді р. Ворскла та її притоки р. Мерла вміст діоксиду вуглецю у літньо-осінній меженний період у порівнянні з весняною повинню є дещо вищим і становить відповідно  $16,6 \text{ мг/дм}^3$  та  $9,03 \text{ мг/дм}^3$ .

У період зимової межені середня концентрація  $\text{CO}_2$  у воді річок Лівобережного Лісостепу сягає максимальних значень. У воді р. Сула вміст вуглекислого газу коливається в межах від  $15,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до  $15,5 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста). Річка Псел характеризується змінами концентрацій  $\text{CO}_2$  у воді від  $10,4 \text{ мг/дм}^3$  (с. Запсілля, в межах села) до  $19,6 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гдяч, 8,0 км нижче міста). Вміст вуглекислого газу у воді р. Ворскла серед вище згаданих річок має дещо вищі значення, що змінюються від  $15,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста) до  $27,2 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернечина, вище села) і в середньому по річці становить  $19,6 \text{ мг/дм}^3$ .

Аналіз просторового розподілу  $\text{CO}_2$  у воді річок Лівобережного Лісостепу дає змогу відокремити серед інших водних об'єктів р. Хорол, що характеризується підвищеним вмістом вуглекислого газу у період зимової межені і змінюються від  $21,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до  $22,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста). Така особливість річки, ймовірно, обумовлена впливом високомінералізованих підземних вод, які впливають на розвиток внутрішньоводойменних процесів і, відповідно, на інтенсивність споживання  $\text{CO}_2$ .

**Біхроматна окиснюваність води (БО,  $\text{мгО/дм}^3$ ).** Аналіз гідрохімічних даних за період 1988-2009 рр. дозволив виявити взаємозв'язок між концентрацією розчиненого у воді кисню та показником біхроматної окиснюваності як у багаторічному розрізі, так і по сезонах.

Максимальні значення БО спостерігаються переважно у період весняної повені у воді р. Сула та її притоці р. Удай і становлять відповідно  $31,0\text{-}43,9 \text{ мгО/дм}^3$ ; у басейні р. Псел величина БО становить  $33,3 \text{ мгО/дм}^3$ , а у воді її притоки – р. Хорол –  $41,4 \text{ мгО/дм}^3$ ; середнє по басейну р. Ворскла значення біхроматної окиснюваності

дорівнює  $35,8 \text{ мгО/дм}^3$ , а у воді р. Мерла – складає  $35,8 \text{ мгО/дм}^3$ , коливаючись від  $32,5 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $39,1 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Б.1).

В період літньо-осінньої межені показники біхроматної окиснюваності у воді річок Лівобережного Лісостепу є зазвичай найменшими у році. Середня величина БО води р. Сула коливається в межах від  $31,0 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $33,8 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста); Значення БО води р. Удай становить  $37,0 \text{ мгО/дм}^3$ .

У воді р. Псел та р. Хорол середні показники БО під час літньо-осінньої межені менші, ніж у воді басейну р. Сули у цей період і становлять відповідно  $29,9 \text{ мгО/дм}^3$  та  $30,4 \text{ мгО/дм}^3$ .

Середнє значення БО під час літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла зменшується, порівняно з весняною повинню і становить  $30,5 \text{ мгО/дм}^3$ , а у воді р. Мерла показник біхроматної окиснюваності складає  $30,6 \text{ мгО/дм}^3$ , змінюючись від  $29,1 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $32,1 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Б.2).

З настанням зимової межені показник БО води річок Лівобережного Лісостепу знову дещо підвищується порівняно з літньо-осінньою меженню. У воді р. Сула величина біхроматної окиснюваності змінюється в межах від  $35,1 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до  $35,9 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) і у середньому по річці становить  $35,5 \text{ мгО/дм}^3$ . Середнє значення БО у воді р. Удай складає  $35,3 \text{ мгО/дм}^3$  змінюючись від  $33,2 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста), до  $37,4 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Б.3).

У зимовий період величина БО води р. Псел становить  $27,2 \text{ мгО/дм}^3$ , а у воді р. Хорол –  $38,5 \text{ мгО/дм}^3$ , коливаючись від  $35,6 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Миргород 4,0 км нижче міста) до  $41,4 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Середнє значення БО під час зимової межені у воді р. Ворскла становить  $30,9 \text{ мгО/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $24,6 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Полтава, 1,5 км вище міста) до  $37,6 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води). Середнє значення БО у воді р. Мерла складає  $31,6 \text{ мгО/дм}^3$ , коливаючись від  $30,8 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до  $32,4 \text{ мгО/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

**Біохімічне споживання кисню (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 мг/дм<sup>3</sup> щодо молекулярного кисню (мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

Найчастіше використовується значення БСК<sub>5</sub> – біохімічне споживання кисню протягом 5 діб. Значення БСК<sub>5</sub> використовують для оцінки ступеня забруднення водного об'єкта та вмісту органічних речовин, які легко окиснюються [2, 100]. Гранично-допустима величина БСК<sub>5</sub> для водойм господарсько-питного використання становить 3,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

У річках Лівобережного Лісостепу значення БСК<sub>5</sub> змінюються від 0,71 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> у воді р. Сула до 5,23 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> р. Мерла (басейн р. Ворскла). При цьому мають місце сезони коливання, які переважно залежать від змін температури та початкової концентрації розчиненого у воді кисню.

Під час весняної повені середнє значення БСК<sub>5</sub> води р. Сула становить 0,74 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Середнє значення БСК<sub>5</sub> у воді її притоки, р. Удай, менше, ніж у основній річці і характеризується мінімальними показниками у році, змінюючись від 0,64 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до 0,69 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста та) (див. додаток Б.1).

У весняний період середнє значення БСК<sub>5</sub> у воді р. Псел більше, ніж у басейні р. Сула і становить 3,74 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від 2,70 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста) до 5,10 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). У воді р. Хорол середнє значення БСК<sub>5</sub> у цей період становить 1,76 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 1,69 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до 1,83 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Середнє значення БСК<sub>5</sub> під час весняної повені у воді р. Ворскла становить 3,36 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 1,54 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки в межах міста) до 5,08 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води), що перевищує рівень ГДК у 1,7 рази. Середнє значення БСК<sub>5</sub> у воді р. Мерло складає 5,38 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, що перевищує рівень ГДК у 1,8 рази.

Період літньо-осінньої межени характеризується максимальними річними показниками БСК<sub>5</sub> у переважній більшості гідрохімічних постів. Середня багаторічна величина біохімічного споживання кисню у воді р. Сула у літньо-осінній період становить 0,81 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а у воді р. Удай – 1,54 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (див. додаток Б.2). Річкові води у басейні р. Псел у цей період на відміну від басейну Сули мають

підвищені показники БСК<sub>5</sub>, що змінюються від 3,50-5,40 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> поблизу гідрохімічних постів р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста та р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста до 1,75-2,35 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> у створах р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста та р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста.

Середнє значення БСК<sub>5</sub> під час літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла дещо зменшується і коливається в межах від 1,30 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста) до 5,10 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче міста), що перевищує рівень ГДК у 1,7 рази. У воді р. Мерла середнє значення БСК<sub>5</sub> більше, ніж у воді Ворскли і змінюється від 4,93 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 5,02 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Під час зимової межені середнє значення БСК<sub>5</sub>, порівняно з літньо-осінньою меженню, у воді р. Сула зменшується 0,59 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> і становить (див. додаток Б.3), змінюючись у межах від 0,58 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 0,61 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середнє значення БСК<sub>5</sub> у воді притоки – р. Удай, також, є дещо меншим та складає 1,44 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> змінюючись від 1,39 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста), до 1,48 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста).

Середнє значення БСК<sub>5</sub> під час зимової межені у воді р. Псел зменшується і становить 3,57 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, при діапазоні коливань від 2,40 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста) до 5,30 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста), що перевищує рівень ГДК у 1,77 рази. Зменшується, під час зимової межені, і середнє значення БСК<sub>5</sub> у воді притоки – р. Хорол, та складає 1,28 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 1,26 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до 1,31 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Середнє значення БСК<sub>5</sub> під час зимової межені у воді р. Ворскла дещо збільшується порівняно з літньо-осінньою меженню, та становить 3,35 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 1,73 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста) до 5,00 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче міста), що перевищує рівень ГДК у 1,67 рази. Середній показник БСК<sub>5</sub> у воді притоки – р. Мерла, також збільшується і складає 5,34 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, що перевищує рівень ГДК у 1,78 рази, коливаючись від 5,17 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 5,50 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

### 5.3. Внутрішньорічний режим головних іонів та мінералізації води

Гідрокарбонатні іони ( $\text{HCO}_3^-$ ) є найважливішою частиною хімічного складу річкових вод, оскільки основний внесок в іонний склад річкових вод території України належить гідрокарбонатам кальцію і магнію [43].

У воді р. Сула під час весняної повені, середня концентрація  $\text{HCO}_3^-$  становить  $295,9 \text{ мг/дм}^3$  (табл. 5.2), коливаючись у межах від  $253,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $338,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді притоки, р. Удай є вищою, становить  $349,2 \text{ мг/дм}^3$  і коливається від  $329,0 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $369,5 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток В.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація  $\text{HCO}_3^-$  становить  $300,4 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $282,0 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста) до  $322,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). Концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді притоки – р. Хорол, є вищою і становить  $368,2 \text{ мг/дм}^3$ , коливається від  $361,6 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $374,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація  $\text{HCO}_3^-$  становить  $281,4 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $258,1 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, 2,0 км вище села) до  $301,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, в межах міста). Абсолютна концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді притоки є вищою і становить  $320,2 \text{ мг/дм}^3$  коливається від  $308,8 \text{ мг/дм}^3$ , (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $331,6 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період літньо-осінньої межені, у воді р. Сула, середня концентрація  $\text{HCO}_3^-$  становить  $400,8 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від  $396,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $405,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді притоки – р. Удай є вищою, становить  $425,3 \text{ мг/дм}^3$  і коливається від  $404,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $446,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток В.2).

У воді р. Псел в період літньо-осінньої межені середня концентрація  $\text{HCO}_3^-$  становить  $340,5 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $326,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста) до  $349,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста).

Таблиця 5.2

Середні\*, мінімальні та максимальні концентрації головних іонів і величини мінералізації води річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період 1989–2009 рр., мг/дм<sup>3</sup>

Річка	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Σ <sub>i</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Весняна повінь							
р. Сула	295,92 253,16 – 338,67	81,13 68,10 – 94,17	91,92 85,15 – 98,68	68,18 57,53 – 78,84	23,90 21,10 – 26,70	97,73 89,39 – 106,07	658,78 574,4 – 743,1
р. Удай	349,23 329,00 – 369,46	136,63 135,41 – 137,86	76,47 75,37 – 77,58	80,53 77,87 – 83,20	23,21 22,97 – 23,44	63,44 57,70 – 69,17	729,52 718,0 – 741,0
р. Псел	300,41 282,00 – 322,20	94,20 76,90 – 106,6	75,49 69,40 – 81,92	77,85 74,71 – 82,40	19,23 15,8 – 21,8	65,26 31,71 – 82,84	632,43 577,0 – 682,7
р. Хорол	368,22 361,58 – 374,87	132,12 115,74 – 148,50	135,07 93,74 – 176,41	91,32 81,46 – 101,2	31,88 24,03 – 39,74	84,49 33,42 – 135,57	843,12 709,97 – 976,3
р. Ворскла	281,40 258,1 – 301,2	118,88 107,6 – 145,6	99,21 80,9 – 126,1	74,50 66,1 – 94,9	21,91 16,5 – 27,7	79,90 55,8 – 96,6	672,12 618,1 – 750,3
р. Мерла	320,20 308,8 – 331,6	114,65 108,2 – 121,2	96,60 94,1 – 99,1	66,95 65,2 – 68,7	24,35 23,01 – 25,7	92,25 88,8 – 95,7	715,05 690,8 – 739,3
Літньо-осіння межень							
р. Сула	400,83 396,28 – 405,39	90,69 86,35 – 95,04	98,99 93,91 – 104,08	85,99 84,66 – 87,32	27,95 27,91 – 27,99	107,53 97,15 – 117,92	812,00 786,26 – 837,7
р. Удай	425,31 404,4 – 446,23	98,29 94,06 – 102,52	92,23 86,56 – 97,91	90,30 88,52 – 92,09	33,56 32,38 – 34,75	113,06 107,40 – 118,73	852,77 813,3 – 892,2
р. Псел	340,53 326,92 – 349,30	97,85 88,42 – 102,40	80,59 78,71 – 84,84	90,47 85,80 – 95,81	22,22 19,22 – 25,50	81,43 75,22 – 85,93	713,13 690,6 – 731,31

**Продовження табл. 5.2**

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8
р. Хорол	419,31 403,44 – 435,18	145,35 126,18 – 164,51	132,76 106,15 – 159,37	92,89 86,84 – 98,94	40,09 35,05 – 45,13	136,06 131,83 – 140,29	966,45 898,0 – 1035,0
р. Ворскла	364,4 357,7 – 382,7	108,4 99,8 – 118,7	88,3 80,5 – 94,2	91,5 85,2 – 105,1	21,7 20,07 – 24,2	100,5 73,4 – 110,5	774,9 753,1 – 795,0
р. Мерла	370,85 361,3 – 380,4	101,65 98,5 – 104,8	87,65 77,8 – 97,5	80,90 76,9 – 84,9	23,85 23,8 – 23,9	116,25 108,2 – 124,3	781,15 746,6 – 815,7
Зимова межень							
р. Сула	426,88 421,52 – 432,25	96,63 93,11 – 100,16	111,49 108,82 – 114,17	107,42 105,4 – 109,5	30,15 28,39 – 31,92	98,04 93,96 – 102,12	870,63 854,69 – 886,6
р. Удай	411,89 409,18 – 414,60	89,42 85,11 – 93,74	86,13 82,10 – 90,16	95,90 90,59 – 101,2	20,27 19,41 – 21,14	103,85 102,70 – 105,00	807,47 801,2 – 813,8
р. Псел	358,69 347,90 – 375,31	110,78 82,51 – 135,32	74,93 59,93 – 92,41	92,09 85,92 – 100,6	19,03 17,00 – 20,70	93,27 83,61 – 115,00	748,78 702,3 – 780,99
р. Хорол	468,81 437,78 – 499,85	166,36 147,87 – 184,85	151,36 128,47 – 174,25	122,16 115,9 – 128,5	43,26 37,92 – 48,60	101,05 93,17 – 108,94	1053,01 976,8 – 1129,2
р. Ворскла	364,5 353,8 – 378,2	112,9 104,0 – 119	81,7 63,3 – 96,8	100,2 95,6 – 105,4	27,3 19,8 – 42,1	79,3 56,2 – 99,7	766,1 724,7 – 822,1
р. Мерла	401,90 390,5 – 413,3	107,30 104,5 – 110,1	93,00 86,47 – 92,0	89,25 88,5 – 97,5	22,55 20,9 – 24,2	103,25 101,9 – 104,6	817,30 815,7 – 818,9

**Примітка\*** середні значення для річок підкреслені

Концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді притоки, р. Хорол, є вищою і становить  $368,2 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $403,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $435,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація гідрокарбонатних іонів в період літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла становить  $364,4 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $357,7 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, 2,0 км вище села) до  $382,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 1,5 км вище міста). Концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді притоки є вищою і становить  $370,9 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $361,3 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $380,4 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені у воді р. Сула середня концентрація  $\text{HCO}_3^-$  становить  $426,9 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від  $421,5 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $432,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді притоки, р. Удай є дещо менша, становить  $411,9 \text{ мг/дм}^3$  і коливається від  $409,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $414,6 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток В.3).

У воді р. Псел в період зимової межені середня концентрація  $\text{HCO}_3^-$  становить  $358,7 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $347,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,6 км нижче міста) до  $375,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). Середня концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді притоки – р. Хорол є вищою і становить  $468,8 \text{ мг/дм}^3$ , коливається від  $437,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $499,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді р. Ворскла в період зимової межені становить  $364,5 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $353,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, в межах міста) до  $378,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста). Абсолютна концентрація  $\text{HCO}_3^-$  у воді притоки вища і становить  $401,9 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $390,5 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $413,3 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

**Сульфатні іони ( $\text{SO}_4^{2-}$ )** у прісних водах посідають серед аніонів другу позицію після гідрокарбонатних іонів. На їх формування поряд із природними чинниками певною мірою впливають антропогенні фактори, особливо скид господарсько-побутових та промислових стічних вод.

Під час весняної повені середня концентрація сульфатних іонів у воді р. Сула становить  $81,1 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.2), змінюючись у



межах від 68,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 94,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки – р. Удай, середня концентрація SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> більша і становить 136,6 мг/дм<sup>3</sup> змінюється від 135,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до 137,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток В.1).

У воді р. Псел середня концентрація сульфатних іонів під час весняної повені становить 94,2 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 76,9 мг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 106,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 6,0 км нижче міста). У воді притоки – р. Хорол концентрація SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> більша і становить 132,1 мг/дм<sup>3</sup> змінюється від 115,7 мг/дм<sup>3</sup>, (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 148,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

У воді р. Ворскла середня концентрація сульфатних іонів під час весняної повені становить 118,9 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 107,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста) до 145,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод). У воді приток середня концентрація SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> дещо менша і змінюється від 108,1 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 121,2 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Під час літньо-осінньої межені середня концентрація сульфатних іонів у воді р. Сула становить 90,7 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.2), змінюючись у межах від 86,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 95,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки – р. Удай середня концентрація SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> більша і становить 98,3 мг/дм<sup>3</sup>, змінюється від 94,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 102,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток В.2).

У воді р. Псел вміст сульфатних іонів під час літньо-осінньої межені становить 97,9 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 88,4 мг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 102,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста). У воді притоки – р. Хорол концентрація SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> більша і становить 145,4 мг/дм<sup>3</sup>, змінюється від 126,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 164,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

За період літньо-осінньої межені середня концентрація SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> у воді р. Ворскла становить 108,4 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від 99,8 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, 2,0 км вище села) до 118,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста). Діапазон коливань і абсолютна концентрація SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> у воді притоки дещо менша і становить 101,7 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 98,50 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів,

1,0 км вище міста) до 104,8 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Під час зимової межені середня концентрація сульфатних іонів у воді р. Сула становить 96,6 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.2), змінюючись у межах від 93,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 100,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки – р. Удай середня концентрація SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> менша і становить 89,4 мг/дм<sup>3</sup>, змінюється від 85,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 93,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток В.3).

У воді р. Псел середня концентрація сульфатних іонів під час зимової межені становить 110,8 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 82,5 мг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 135,3 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста). У воді притоки – р. Хорол концентрація SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> більша і становить 166,4 мг/дм<sup>3</sup>, змінюється від 147,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 184,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація сульфатних іонів у воді р. Ворскла під час зимової межені становить 112,9 мг/дм<sup>3</sup>, (див. табл. 4.5), змінюючись від 104,0 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, 2,0 км вище села) до 119,0 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, в межах села). Діапазон коливань SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> у воді притоки в середньому становить 107,3 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 104,5 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 110,1 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

**Хлоридні іони (Cl<sup>-</sup>)** 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 [91].

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

Під час весняної повені середня концентрація хлоридних іонів у воді р. Сула становить 91,9 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від 85,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 98,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки, р. Удай, середня концентрація Cl<sup>-</sup> менша і становить 76,5 мг/дм<sup>3</sup>, змінюється від 75,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 77,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток В.1).

У воді р. Псел середня концентрація хлоридних іонів під час весняної повені становить  $75,5 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $69,4 \text{ мг/дм}^3$  (с. Запсілля, в межах села ) до  $81,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). У воді притоки, р. Хорол, концентрація  $\text{Cl}^-$  більша і становить  $135,1 \text{ мг/дм}^3$ , змінюється від  $93,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $176,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені середня концентрація хлоридних іонів у воді р. Ворскла становить  $99,2 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $80,9 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, в межах села) до  $126,0 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, в межах міста). Діапазон коливань середніх концентрацій  $\text{Cl}^-$  у воді притоки менший і становить  $96,6 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $94,1 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $99,2 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Під час літньо-осінньої межені середня концентрація хлоридних іонів у воді р. Сула становить  $99,0 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 4.2), змінюючись у межах від  $93,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $104,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки, р. Удай, середня концентрація  $\text{Cl}^-$  менша і становить  $92,2 \text{ мг/дм}^3$  і змінюється від  $86,6 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $97,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток В.2).

У воді р. Псел середня концентрація хлоридних іонів під час літньо-осінньої межені становить  $80,6 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $78,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста) до  $84,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). У воді притоки, р. Хорол, концентрація  $\text{Cl}^-$  більша і становить в середньому  $132,7 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $106,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $159,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час літньо-осінньої межені середня концентрація хлоридних іонів у воді р. Ворскла становить  $88,3 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від  $80,5 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 1,5 км вище міста) до  $94,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, в межах міста). Середня концентрацій  $\text{Cl}^-$  у воді притоки становить  $87,7 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $77,8 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $97,5 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені у воді р. Сула середня концентрація  $\text{Cl}^-$  становить  $111,5 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від  $108,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $114,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація  $\text{Cl}^-$  у воді притоки,

р. Удай, є меншою, становить  $86,1 \text{ мг/дм}^3$  і коливається від  $82,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $90,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток В.3).

У воді р. Псел в період зимової межені, середня концентрація  $\text{Cl}^-$  становить  $74,9 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $59,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста) до  $92,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гдяч, 8,0 км нижче міста). Концентрація  $\text{Cl}^-$  у воді притоки Псла, р. Хорол, є вищою і становить  $151,4 \text{ мг/дм}^3$ , коливається від  $128,5 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $174,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

За період зимової межені середня концентрація  $\text{Cl}^-$  у воді р. Ворскла становить  $81,3 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $63,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста) до  $96,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод). Концентрацій  $\text{Cl}^-$  у воді притоки становить  $93,0 \text{ мг/дм}^3$ , і коливається від  $86,5 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $92,0 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

**Іони кальцію ( $\text{Ca}^{2+}$ ).** Цей елемент бере активну участь у біологічних процесах, після відмирання організмів кальцій швидко переходить у мінеральну форму і надходить у ґрунт [100]. Під час весняної повені середня концентрація іонів кальцію у воді р. Сула становить  $68,2 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від  $57,5 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $78,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки, р. Удай, середня концентрація  $\text{Ca}^{2+}$  більша і становить  $80,5 \text{ мг/дм}^3$ , змінюється від  $77,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $83,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток В.1).

У воді р. Псел середня концентрація іонів кальцію під час весняної повені становить  $77,9 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $74,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гдяч, 8,0 км нижче міста) до  $82,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста). У воді притоки Псла, р. Хорол, середня концентрація  $\text{Ca}^{2+}$  більша і становить  $91,3 \text{ мг/дм}^3$  змінюється від  $81,5 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $101,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація іонів кальцію у воді р. Ворскла під час весняної повені становить  $74,5 \text{ мг/дм}^3$ , при коливанні від  $66,1 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, 2,0 км вище села) до  $94,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 1,5 км вище міста). Середня концентрація  $\text{Ca}^{2+}$  у воді притоки є меншою і становить  $67,0 \text{ мг/дм}^3$  коливаючись від  $65,2 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м.

Богодухів, 1,0 км вище міста) до 68,7 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Під час літньо-осінньої межені середня концентрація іонів кальцію у воді р. Сула становить 86,0 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від 84,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 87,3 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки Сули, р. Удай, середня концентрація Са<sup>2+</sup> більша і становить 90,3 мг/дм<sup>3</sup> і змінюється від 88,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 92,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток В.2).

У воді р. Псел середня концентрація іонів кальцію під час літньо-осінньої межені становить 90,5 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 85,8 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 6,0 км нижче міста) до 95,8 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). У воді притоки Псла, р. Хорол, концентрація Са<sup>2+</sup> більша і становить у середньому 92,9 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 86,8 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 98,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

В період літньо-осінньої межені концентрація Са<sup>2+</sup> у воді р. Ворскла становить 91,5 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від 85,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста) до 105,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 1,5 км вище міста). У воді притоки концентрація Са<sup>2+</sup> менша і становить 80,9 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 76,9 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 84,9 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені, у воді р. Сула, середня концентрація іонів кальцію становить 107,4 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від 105,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 109,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація Са<sup>2+</sup> у воді притоки Сули, р. Удай, є меншою, становить 95,9 мг/дм<sup>3</sup> і коливається від 90,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 101,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток В.3).

У воді р. Псел, в період зимової межені, середня концентрація іонів кальцію становить 92,1 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 85,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 6,0 км нижче міста) до 100,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). Концентрація Са<sup>2+</sup> у воді притоки – р. Хорол, є вищою і становить 122,2 мг/дм<sup>3</sup>, коливається від 115,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 128,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація іонів кальцію у воді р. Ворскла під час зимової межені становить 100,2 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від

95,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста) до 105,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, в межах міста). Середня концентрації Са<sup>2+</sup> у воді притоки менша порівняно з головною річкою і становить 89,3 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 88,5 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 97,5 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

**Іони магнію (Mg<sup>2+</sup>).** Вміст магнію у річкових водах у цілому значно менший, ніж кальцію. Під час весняної повені середня концентрація іонів магнію у воді р. Сула становить 23,9 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від 21,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 26,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки – р. Удай, середня концентрація Mg<sup>2+</sup> дещо менша і становить 23,2 мг/дм<sup>3</sup>, змінюється від 23,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до 23,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток В.1).

У воді р. Псел середня концентрація іонів магнію, під час весняної повені, становить 19,2 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 15,8 мг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 21,8 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста). У воді притоки – р. Хорол, середня концентрація Mg<sup>2+</sup> більша і становить 31,9 мг/дм<sup>3</sup> змінюється від 24,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 39,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація іонів магнію у воді р. Ворскла під час весняної повені становить 21,9 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від 16,5 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, 2,0 км вище села) до 27,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, в межах міста). У воді притоки – р. Мерла, середня концентрація Mg<sup>2+</sup> більша і становить 24,4 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 23,0 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до 25,7 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

Під час літньо-осінньої межені середня концентрація іонів магнію у воді р. Сула становить 28,0 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від 27,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 28,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки – р. Удай, середня концентрація Mg<sup>2+</sup> більша і становить 33,6 мг/дм<sup>3</sup>, змінюється від 32,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 34,8 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток В.2).

У воді р. Псел середня концентрація іонів магнію під час літньо-осінньої межені становить 22,2 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 19,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста) до 25,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). У воді притоки, р. Хорол, концентрація Mg<sup>2+</sup>

більша і становить в середньому  $40,1 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $35,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $45,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

За період літньо-осінньої межені середня концентрація  $\text{Mg}^{2+}$  у воді р. Ворскла становить  $21,7 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від  $20,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 1,5 км вище міста) до  $24,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, в межах міста). В середньому концентрація  $\text{Mg}^{2+}$  у воді приток є більшою і складає  $23,9 \text{ мг/дм}^3$  і коливаючись в межах від  $23,8 \text{ мг/дм}^3$ , (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до  $23,9 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

В період зимової межені, у воді р. Сула, середня концентрація іонів магнію становить  $30,2 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від  $28,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до  $31,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста). Абсолютна концентрація  $\text{Mg}^{2+}$  у воді притоки – р. Удай, є меншою, становить  $20,3 \text{ мг/дм}^3$  і коливається від  $19,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $21,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток В.3).

У воді р. Псел, в період зимової межені, середня концентрація іонів магнію становить  $19,0 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $17,0 \text{ мг/дм}^3$  (с. Запсілля, в межах села) до  $20,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста). Концентрація  $\text{Mg}^{2+}$  у воді притоки – р. Хорол, є вищою і становить  $43,3 \text{ мг/дм}^3$ , коливається від  $37,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $48,6 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час зимової межені середня концентрація іонів магнію у воді р. Ворскла становить  $27,3 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від  $19,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 1,5 км вище міста) до  $42,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод). Концентрація  $\text{Mg}^{2+}$  у воді притоки є нижчою і складає  $22,6 \text{ мг/дм}^3$ , змінюється в межах від  $20,9 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до  $24,2 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

**Іони натрію та калію ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ).** Основним джерелом надходження натрію та калію у поверхневі води суші є вивержені та осадові породи, а також самородні розчинні хлористі, сірчаноокислі й вуглекислі солі натрію. Велике значення мають також біологічні процеси, які проходять на водозборі, у разі яких утворюються розчинні сполуки натрію та калію. Крім того, натрій та калій надходить в природні води з господарсько-побутовими та

промисловими стічними водами та з водами, які скидаються зі зрошуваних полів [58].

Під час весняної повені середня концентрація іонів натрію та калію у воді р. Сула становить  $97,7 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від  $89,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $106,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки – р. Удай, середня концентрація  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  менша і становить  $63,4 \text{ мг/дм}^3$ , змінюється від  $57,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $69,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток В.1).

У воді р. Псел середня концентрація іонів натрію та калію під час весняної повені становить  $65,3 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $31,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста) до  $82,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). У воді притоки – р. Хорол, середня концентрація  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  більша і становить  $84,5 \text{ мг/дм}^3$ , змінюється від  $33,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $135,6 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені, середня концентрація іонів натрію та калію у воді р. Ворскла становить  $79,9 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від  $55,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста) до  $96,6 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, в межах міста). Середня концентрація  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  у воді притоки більша і становить  $92,3 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $88,8 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $95,7 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Під час літньо-осінньої межені середня концентрація іонів натрію та калію у воді р. Сула становить  $107,5 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від  $97,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $117,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки, р. Удай, середня концентрація  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  більша і становить  $113,1 \text{ мг/дм}^3$  і змінюється від  $107,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $118,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток В.2).

У воді р. Псел середня концентрація іонів натрію та калію під час літньо-осінньої межені становить  $81,4 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $75,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста) до  $85,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста). У воді притоки – р. Хорол, середня концентрація  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  більша і становить  $136,1 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $131,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до  $140,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

За період літньо-осінньої межені середня концентрація  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  у воді р. Ворскла становить  $100,5 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від



73,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 1,5 км вище міста) до 110,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод). У воді притоки, р. Мерла, середня концентрація Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup> більша і складає 116,3 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись в межах від 108,2 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 124,3 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені, у воді р. Сула, середня концентрація іонів натрію та калію становить 98,0 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від 94,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 102,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup> у воді притоки – р. Удай, є вищою і становить 103,9 мг/дм<sup>3</sup>, коливається від 102,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до 105,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток В.3).

У воді р. Псел, в період зимової межені, середня концентрація іонів натрію та калію становить 93,3 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 83,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 6,0 км нижче міста) до 115,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста). Концентрація Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup> у воді притоки – р. Хорол, є вищою і становить 101,1 мг/дм<sup>3</sup>, коливається від 93,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до 108,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Під час зимової межені середня концентрація іонів натрію та калію у воді р. Ворскла становить 79,3 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від 56,2 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, 2,0 км вище села) до 99,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод). Середня концентрація Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup> у воді притоки є вищою і становить 103,3 мг/дм<sup>3</sup>, змінюється в межах від 101,9 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 104,6 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

**Мінералізація води ( $\Sigma_i$ ).** Під час весняної повені середнє значення величини мінералізації у воді р. Сула становить 658,8 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від 574,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 743,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки – р. Удай, середнє значення величини мінералізації більше і становить 729,5 мг/дм<sup>3</sup>, змінюється від 718,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 741,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток. В.1).

У воді р. Псел середнє значення величини мінералізації під час весняної повені становить 632,4 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 577,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста) до 682,7 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч,

1,0 км вище міста). У воді притоки – р. Хорол, середнє значення величини мінералізації більше і становить  $843,1 \text{ мг/дм}^3$ , змінюється від  $710,0 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $976,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені середнє значення величини мінералізації води р. Ворскла становить  $672,1 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $618,1 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, 2,0 км вище села) до  $750,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод). У воді притоки – р. Мерла, середнє значення величини мінералізації більше і становить  $715,1 \text{ мг/дм}^3$ , змінюється від  $690,8 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $739,3 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Під час літньо-осінньої межені середнє значення величини мінералізації води р. Сули становить  $812,0 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від  $786,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $837,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). У воді притоки – р. Удай, середнє значення величини мінералізації більше і становить  $852,8 \text{ мг/дм}^3$ , змінюється від  $813,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $892,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток. В.2).

У воді р. Псел середнє значення величини мінералізації під час літньо-осінньої межені становить  $713,1 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $690,6 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста) до  $731,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста). У воді притоки – р. Хорол середнє значення величини мінералізації більше і становить  $966,5 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $898,0 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $1035,0 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

За період літньо-осінньої межені середнє значення величини мінералізації води р. Ворскла становить  $774,9 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від  $753,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод) до  $795,0 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, в межах села). Середнє значення величини мінералізації у воді притоки більше і становить  $781,2 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $746,6 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $815,7 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені, у воді р. Сула, середнє значення величини мінералізації становить  $870,6 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.2), змінюючись у межах від  $854,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $886,6 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середнє значення

величини мінералізації у воді притоки, р. Удай, є нижчою і становить  $807,5 \text{ мг/дм}^3$  і коливається від  $801,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $813,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток В.3).

У воді р. Псел, в період зимової межені, середнє значення величини мінералізації становить  $748,8 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $702,3 \text{ мг/дм}^3$  (с. Запсілля, в межах села) до  $781,0 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста). Середнє значення величини мінералізації у воді притоки, р. Хорол, є вищою і становить  $1053,0 \text{ мг/дм}^3$ , коливається від  $976,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $1129,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час зимової межені середнє значення величини мінералізації води р. Ворскла становить  $766,1 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від  $724,7 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернечина, 2,0 км вище села) до  $822,1 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, в межах міста). Середнє значення величини мінералізації у воді притоки становить  $817,3 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $815,7 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до  $818,9 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

Гідрохімічний режим особливо головних іонів у річкових водах зумовлюється впливом низки взаємозалежних факторів, в результаті чого відзначається часова (сезонна) мінливість вмісту гідрохімічних показників. Як показують дослідження [2, 43, 138] форма такого зв'язку залежить, у першу чергу, від умов формування гідрологічного режиму річки.

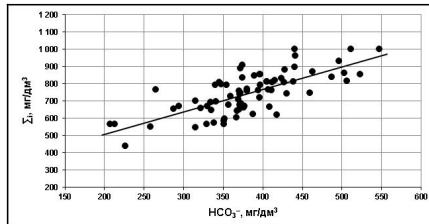
Було досліджено взаємозв'язок між витратами води величиною мінералізації води річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел та р. Ворскла) протягом 2000 р. Зазначимо, що водність досліджуваних річок у 2000 р. була середньою. В цілому, для річок зони достатньої зволоженості водність року суттєво не впливає на характер зв'язку  $\Sigma=f(Q)$ .

Для річок Лівобережного Лісостепу, а саме на таких пунктах спостереження, як р. Сула – м. Лубни, р. Псел – с. Запсілля, р. Ворскла – м. Кобеляки, встановлено статистично значимі зв'язки між мінералізацією води ( $\Sigma_i$ ) та вмістом домінуючого гідрокарбонатного іону ( $\text{HCO}_3^-$ ) у різні сезони та за рік в цілому (1989-2009 рр.). Їх співвідношення ілюструють рівняння прямих (табл. 5.3-5.5), а також їх графічні зображення на рис. 5.2-5.4.

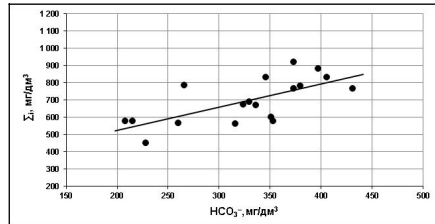
Таблиця 5.3

Рівняння зв'язку мінералізації води ( $y$ ) з вмістом гідрокарбонатного іону ( $x$ ) у воді р. Сула – м. Лубни у різні сезони та за рік у цілому, 1989-2009 рр.

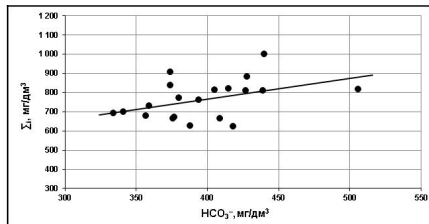
Сезони	Рівняння зв'язку	Достовірність апроксимації, $R^2$	Коефіцієнт кореляції
Весняна повінь	$y=1,29x$	0,47	0,69
Літньо-осіння межень	$y=1,08x$	0,18	0,43
Зимова межень	$y=1,44x$	0,72	0,85
За рік в цілому	$y=1,37x$	0,40	0,63



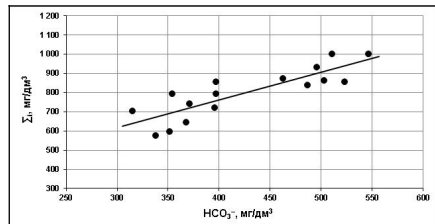
А



Б



В



Г

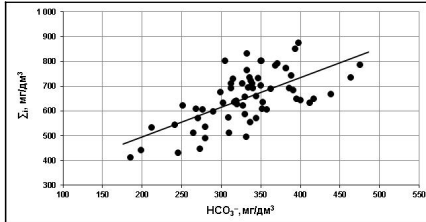
Рис. 5.2. Зв'язок мінералізації води ( $\Sigma_i$ ,  $\text{мг/дм}^3$ ) з вмістом домінуючого іону ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{мг/дм}^3$ ) у воді р. Сула – м. Лубни за відповідні періоди (1989-2009 рр.) :

- А – багаторічний період;
- Б – період весняної повені;
- В – період літньо-осінньої межені;
- Г – період зимової межені

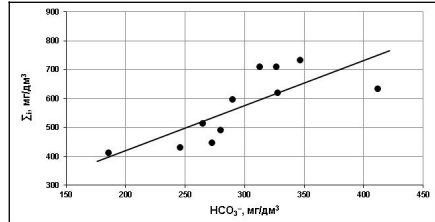
Таблиця 5.4

Рівняння зв'язку мінералізації води ( $y$ ) з вмістом гідрокарбонатного іону ( $x$ ) у воді р. Псел – с. Запсілля у різні сезони та за рік у цілому, 1989-2009 рр.

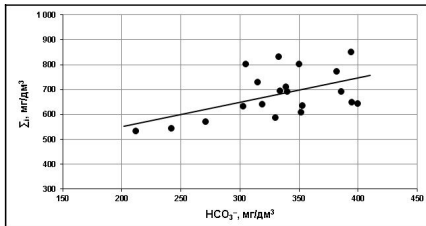
Сезони	Рівняння зв'язку	Достовірність апроксимації, $R^2$	Коефіцієнт кореляції
Весняна повінь	$y=1,55x$	0,59	0,76
Літньо-осіння межень	$y=0,98x$	0,27	0,52
Зимова межень	$y=1,13x$	0,47	0,69
За рік в цілому	$y=0,98x$	0,25	0,50



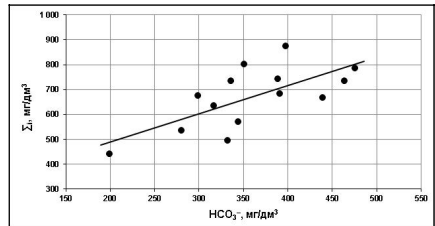
А



Б



В



Г

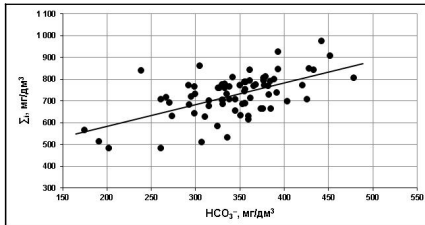
Рис. 5.3. Зв'язок мінералізації води ( $\Sigma_i$ ,  $\text{мг/дм}^3$ ) з вмістом домінуючого іону ( $\text{НСО}_3^-$ ,  $\text{мг/дм}^3$ ) у воді р. Псел – с. Запсілля за відповідні періоди (1989-2009 рр.) :

- А – багаторічний період;
- Б – період весняної повені;
- В – період літньо-осінньої межені;
- Г – період зимової межені

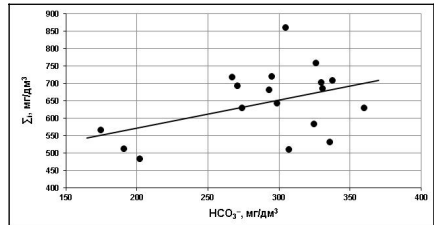
Таблиця 5.5

Рівняння зв'язку мінералізації води ( $y$ ) з вмістом гідрокарбонатного іону ( $x$ ) у воді р. Ворскла – м. Кобеляки, у різні сезони та за рік у цілому, 1989-2009 рр.

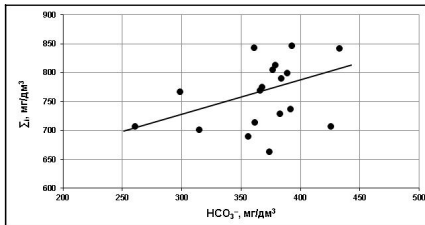
Сезони	Рівняння зв'язку	Достовірність апроксимації, $R^2$	Коефіцієнт кореляції
Весняна повінь	$y=0,80x$	0,18	0,43
Літньо-осіння межень	$y=0,60x$	0,13	0,36
Зимова межень	$y=0,66x$	0,17	0,41
За рік в цілому	$y=0,81x$	0,14	0,38



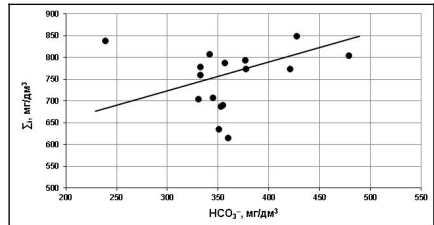
А



Б



В



Г

Рис. 5.4. Зв'язок мінералізації води ( $\Sigma_i$ ,  $\text{мг/дм}^3$ ) з вмістом домінуючого іону ( $\text{НСО}_3^-$ ,  $\text{мг/дм}^3$ ) у воді р. Ворскла – м. Кобеляки за відповідні періоди (1989-2009 рр.) :

- А – за багаторічний період;
- Б – період весняної повені;
- В – період літньо-осінньої межені;
- Г – період зимової межені

У цілому, іонний склад природних вод басейнів річок Лівобережного Лісостепу генетично пов'язаний з дуже поширеними і малорозчинними карбонатними породами, які складають водозбори басейну. Відповідно, у всі сезони року у воді річок та їх приток переважають іони  $\text{HCO}_3^-$  і  $\text{Ca}^{2+}$ . Тому проведені згідно класифікації О.О. Алекіна [2] розрахунки, показали, що вода річок Лівобережного Лісостепу належить до гідрокарбонатного класу групи кальцію II типу –  $\text{C}_{II}^{\text{Ca}}$ .

#### **5.4. Багаторічна трансформація вмісту головних іонів та мінералізації води**

Природний гідрохімічний режим багатьох річок України у значній мірі трансформувався як під впливом тривалого антропогенного навантаження так і внаслідок зміни низки природних умов, що впливають на формування хімічного складу поверхневих вод. У наш час фіксуються стійкі незворотні зміни у кількісному та якісному стані поверхневих вод України, які призводять до втрати водними екосистемами їх відновлювальної та очисної спроможності, зміні природної динамічної рівноваги (рівновага системи, яка підтримується за рахунок взаємодії абіотичних та біотичних факторів) в водних об'єктах, в тому числі і за показниками мінералізації [43, 141].

Тож вкрай актуальним питанням постала необхідність в дослідженні етапів довгострокових змін показника мінералізації у річкових водах під впливом зовнішніх факторів. В той же час слід наголосити, що зазначені односпрямовані зміни хімічного складу річкових вод відбуваються на тлі характерних для кожної річки періодичних коливань водного стоку.

Особливого значення набуває дослідження закономірностей зв'язку між ступенем зміни мінерального складу річкових вод і фазами водності (весняна повінь та меженний періоди).

Тому актуальними є дослідження з оцінки кількісних і якісних змін гідрохімічного режиму річок Лівобережного Лісостепу - річки Сула, Псел, Ворскла (1946-2009 рр.). Трансформація хімічного складу має оцінюватись за наступними напрямкам:

- 1) зміна загальних кількісних характеристик (мінералізація води);
- 2) зміна на якісному рівні (внесок кожного іона).

Для оцінки змін іонного складу В.К.Хільчевським і С.М.Курилом було запропоновано удосконалену (модернізовану) класифікацію природних вод за хімічним складом О.О. Алекіна (далі в таблицях МКА), де індикатором трансформації є зміна класифікаційних ознак [2, 70, 71].

Принципи, використані для удосконалення класифікації, полягають у наступному.

По-перше, для детального відображення зміни хімічного складу води на рівні груп за переважаючим катіоном, вводять другий катіон, коли його вміст у перерахунку на кількість речовини еквівалента понад 25%, якщо брати суми еквівалентних аніонів і катіонів по 100 % (наприклад,  $C^{CaMg}$ ). Слід зазначити, що визначення хімічного типу річкових вод за іонами, вміст яких більший 25 %-екв., було запроваджено М.Г. Курловим при розробці формули для наочного зображення даних про хімічний склад природних вод.

По-друге, для відображення кількісних змін класоутворюючих аніонів у хімічному складі природних вод в усіх чотирьох типах виділяють підтипи за відносним внеском класоутворюючого аніону. Це ілюструється шляхом додавання до символу типу (римська цифра) буквеного індексу (наприклад,  $C_{Ia}^{CaMg}$  – гідрокарбонатний клас, кальцієво-магнієва група, тип перший, підтип а). Відповідно, за внеском класоутворюючого аніону, перший (I), другий (II) і третій (III) типи природних вод поділяються на три підтипи (а, б, в) (рис. 5.5):

Ia, Ia, IIIa – якщо вміст класоутворюючого аніону є більшим за 75% у перерахунку на кількість речовини еквіваленту.

Iб, IIб, IIIб – якщо вміст класоутворюючого аніону становить 50–75% у перерахунку на кількість речовини еквіваленту.

Iв, IIв, IIIв – якщо вміст класоутворюючого аніону є меншим за 50% у перерахунку на кількість речовини еквіваленту.

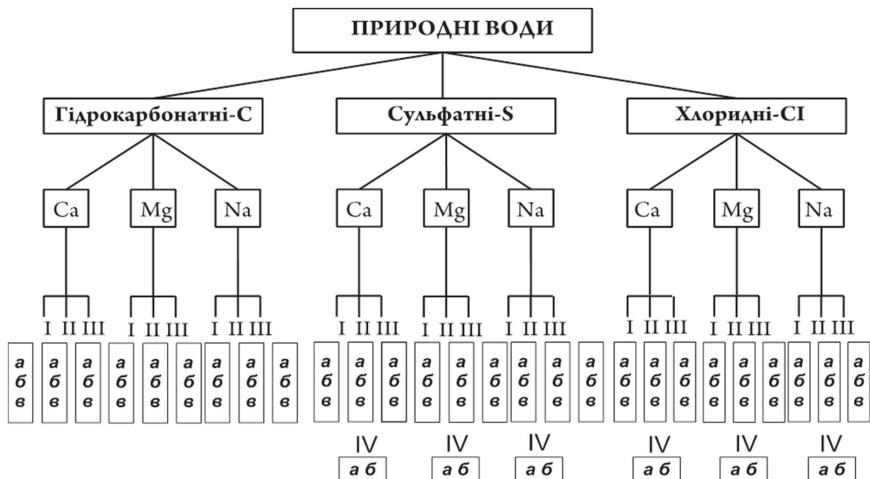
Четвертий тип природних вод поділяється на два підтипи (а, б):

IVa – якщо вміст класоутворюючого аніону є більшим за 75% у перерахунку на кількість речовини еквіваленту.

IVб – якщо вміст класоутворюючого аніону є меншим за 75% у перерахунку на кількість речовини еквіваленту.

Такі доповнення до базової класифікації О.О.Алекіна дозволяють відображати хімічний склад природних вод на якісно новому рівні.





**Рис. 5.5. Схема удосконаленої класифікації природних вод О.О. Алекіна за переважаючими аніонами і катіонами**

Для оцінки кількісних змін показника мінералізації запропоновано використовувати коефіцієнт галінності  $K_G$  [71].

$$K_G = G / G_F,$$

де  $G$  - мінералізація води за сучасний період,  $\text{мг/дм}^3$ ,  $G_F$  - мінералізація води за період умовного гідрохімічного фону.

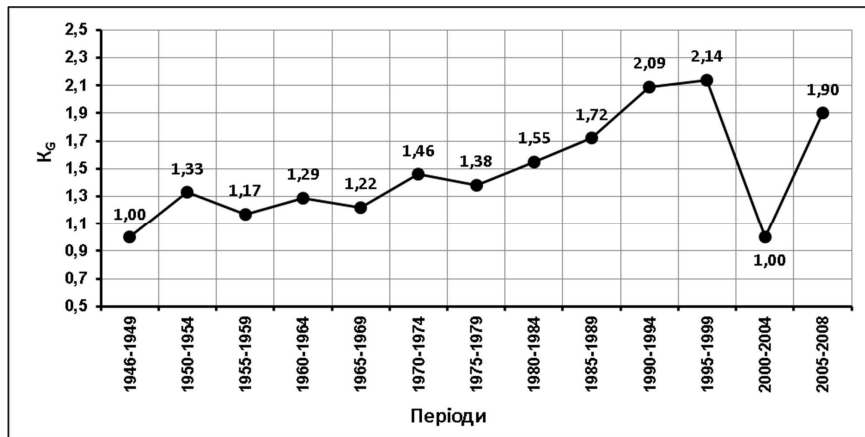
Як зазначалося нами у попередніх дослідженнях [70, 71], протягом останніх десятиріч в гідрохімічному режимі багатьох середніх водотоків дніпровського басейну відбулися характерні і досить відчутні зміни.

У роботі виконано аналіз багаторічних змін (починаючи з 1946 р.) хімічного складу води річок Сула – м. Лубни (з 1946 р.), Псел – с. Запсілля (з 1953 р.) та Ворскла – с. Чернеччина (з 1957 р.) за середніми річними характеристиками мінералізації та вмісту головних іонів, а також відповідні дослідження за фазами водного режиму (весняна повінь, літньо-осіння та зимова межени).

**Річка Сула.** Мінімальна річна мінералізація становить  $286 \text{ мг/дм}^3$  (1947 р.), а максимальне середньорічне значення  $1125 \text{ мг/дм}^3$  (1992 р.). В цілому, середньорічні показники мають сталу тенденцію до зростання з невеликими циклічними коливаннями в межах 3-6 річних періодів. В цілому, за досліджуваний період мінералізація зросла з

440 мг/дм<sup>3</sup> до 832 мг/дм<sup>3</sup>. Лінійний тренд, нівелюючи існуючі коливання, свідчить про стійке повільне зростання значень середньорічної мінералізації.

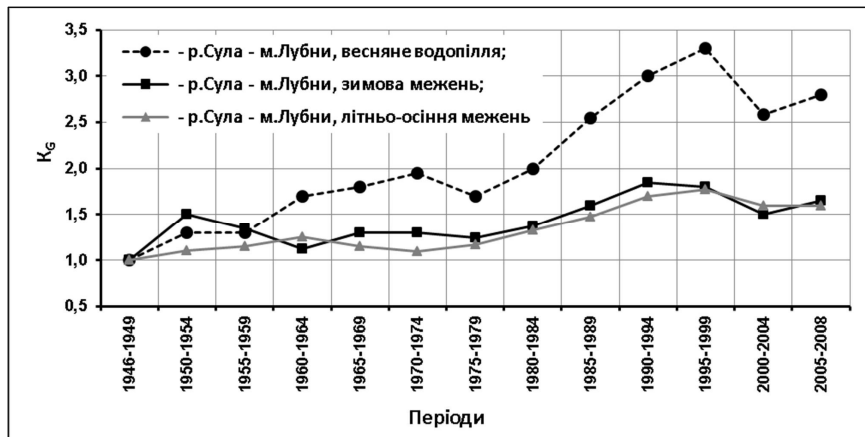
Графічне відображення часових змін середньорічної величини мінералізації осередненої по п'ятирічних періодах за допомогою коефіцієнту галинності  $K_G$  наведено на рис. 5.6.



**Рис. 5.6. Часовий розподіл середньорічної величини коефіцієнту галинності ( $K_G$ ) для р. Сула - м. Лубни за період досліджень (1946 -2009 рр.)**

В цілому, у коливанні середньорічних величин мінералізації можна виділити три характерних періоди. Перший період (1946-1979 рр.) – поступове зростання мінералізації з невеликими циклічними коливаннями. Другий період (1979 – 1999 рр.) – значне зростання вмісту розчинених мінеральних речовин (на 70%) із максимумом у 1999 р. Третій період (2000-2009 рр.) – незначне зменшення мінералізації води р. Сула. Зазначені зміни мінералізації води відбувалися за рахунок зростання вмісту іонів легкорозчинних солей, зокрема  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ , та катіонної пари « $Na+K$ ».

Особливий інтерес становлять багаторічні зміни показника мінералізації води р. Сула у різні фази водного режиму (рис. 5.7). Тут спостерігається доволі неоднорідний хід трансформації. Так, найбільш значне зростання мінералізації води характерне для періоду весняної повені.



**Рис. 5.7. Часовий розподіл величини коефіцієнту галинності ( $K_G$ ) для різних фаз водного режиму р. Сула - м. Лубни за період 1946-2009 рр.**

Якщо на початку періоду спостереження характерними є показники величини мінералізації у межах  $250-400 \text{ мг/дм}^3$  (що відповідає величині коефіцієнта галинності  $K_G = 1 - 1,5$ ), то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів починає стрімко зростати, сягаючи свого максимуму у період 1995-2000 рр. з показниками  $1000-1100 \text{ мг/дм}^3$  ( $K_G = 3-3,3$ ).

Для меженних періодів проявляється дещо інший характер багаторічних змін показника мінералізації води р. Сула. Протягом досліджуваних періодів 1946-1979 рр. коливання вмісту розчинених мінеральних речовин не зазнавали великих змін. Абсолютні значення мінералізації води річки коливались в межах  $500-750 \text{ мг/дм}^3$ , що відповідає величині коефіцієнта галинності  $K_G = 1 - 1,4$ . Найбільш відчутне збільшення мінералізації у меженні періоди зафіксовано у періоди 1985-2004 рр. коли абсолютні величини цього показника сягнули  $900-1030 \text{ мг/дм}^3$  ( $K_G = 1,7-1,9$ ). Слід зазначити, що характер коливань показника мінералізації води р. Сула майже ідентичний як для періоду літньо-осінньої так і зимової межени.

Зміни хімічного складу води р. Сула на якісному і кількісному рівні з використанням зазначених вище методичних підходів відображені у табл. 5.6.

Таблиця 5.6

Динаміка коефіцієнту галинності ( $K_G$ ) та хімічного типу води р. Сула – м. Лубни у різні сезони (за МКА\*) за період 1946 – 2009 рр.

Фаза водного режиму	Середні річні показники		Весняна повінь		Літньо-осіння межень		Зимова Межень	
	$K_G$	МКА*	$K_G$	МКА	$K_G$	МКА	$K_G$	МКА
1946-1949	1	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,0	$C_{IIa}^{CaMg}$	1,0	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,0	$C_{Ia}^{CaMg}$
1950-1954	1,33	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,30	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,12	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,51	$C_{Ia}^{CaMg}$
1955-1959	1,17	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,29	$C_{I6}^{CaMg}$	1,16	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,32	$C_{Ia}^{CaMg}$
1960-1964	1,29	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,68	$C_{IIa}^{CaMg}$	1,25	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,14	$C_{Ia}^{CaMg}$
1965-1969	1,22	$C_{IIa}^{CaMg}$	1,79	$C_{IIa}^{CaMg}$	1,21	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,34	$C_{I6}^{CaMg}$
1970-1974	1,46	$C_{IIa}^{CaMg}$	1,95	$C_{IIa}^{CaMg}$	1,07	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,36	-*
1975-1979	1,38	-	1,74		1,21	-	1,27	-
1980-1984	1,55	$C_{Ia}^{CaNaMg}$	1,98	$C_{Ia}^{MgNa}$	1,38	$C_{Ia}^{CaMg}$	1,41	-
1985-1989	1,72	$C_{I6}^{CaNaMg}$	2,55	$C_{II6}^{CaMg}$	1,49	$C_{II6}^{CaNa}$	1,60	$C_{I6}^{CaMg}$
1990-1994	2,09	$C_{I6}^{NaCa}$	3,01	$C_{I6}^{NaCa}$	1,73	$C_{II6}^{NaCa}$	1,89	$C_{I6}^{NaCa}$
1995-1999	2,14	$C_{I6}^{NaCa}$	3,31	$C_{I6}^{NaCa}$	1,83	$C_{II6}^{Ca}$	1,84	$C_{I6}^{NaCa}$
2000-2004	1,80	$C_{I6}^{CaNa}$	2,56	$C_{II6}^{CaNa}$	1,58	$C_{II6}^{CaNa}$	1,50	$C_{II6}^{Ca}$
2005-2009	1,90	$C_{I6}^{CaNa}$	2,84	$C_{II6}^{CaNa}$	1,64	$C_{II6}^{CaNa}$	1,66	$C_{IIa}^{CaNa}$

\*Примітка: «-» відсутні відомості про вміст деяких іонів у воді річки.

\* модернізована класифікація Алекіна.

За даними середньорічних гідрохімічних показників р. Сула води характеризувалися чітко вираженою належністю до гідрокарбонатного кальцієвого, гідрокарбонатного кальцієво-магнієвого або гідрокарбонатно-сульфатного кальцієво-магнієвого типу [70, 71].

Однією з причин формування такого складу річкових вод є особливості широко розповсюджених регіональних ґрунтів і порід з характерними солонцюватими включеннями та підвищеним вмістом розчинних солей (сульфатів, хлоридів натрію і калію). Ці ж фактори спричиняють і різку відмінність на якісному рівні у хімічному складі води р. Сула під час різних фаз водного режиму. Так сульфатний клас води під час весняної повені пояснюється активним вимиванням іонів легкорозчинних солей з поверхні водозбору під час формування великих об'ємів поверхневого стоку. А зменшення ролі іонів натрію та їх заміщення іонами кальцію пов'язано зі зменшенням об'ємів весняної повені і відповідно частки поверхневого стоку в цій фазі водного режиму.

**Річка Псел.** Аналізуючи зміни мінералізації і вмісту головних іонів для р. Псел – с. Запсілля можна виявити наступні особливості гідрохімічного режиму. В зміні середньорічних значень мінералізації і концентрацій головних іонів проявляється 3 характерних періоди.

Перший період (умовний гідрохімічний фон, 1953-1979 рр.) характеризувався малою мінералізацією води р. Псел і сталим гідрокарбонатно-кальцієвим складом води  $C_{16}^{Ca}$ . Значення коефіцієнту галінності коливались біля значень періоду умовного гідрохімічного фону.

Другий період (перехідний, 1980-1984 рр.) характеризувався підвищенням мінералізації води р. Псел і відчутною зміною її якісного складу на рівні груп і типів з  $C_{16}^{Ca}$  на  $C_{16}^{CaNa}$ . Відбулося зростання показника  $K_G$  з значення 0,97 до 1,38, що у сукупності з різким зростанням вмісту іонів  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$  може свідчити про зростання впливу антропогенного чинника у формуванні іонного складу (рис. 5.8).

Третій період (сучасний, 1985-2009 рр.) характеризується стабілізацією змін у гідрохімічному режимі р. Псел як на рівні кількісних характеристик (коефіцієнт галінності дорівнював значенням 1,3-1,4) так і якісних (співвідношення між головними іонами).

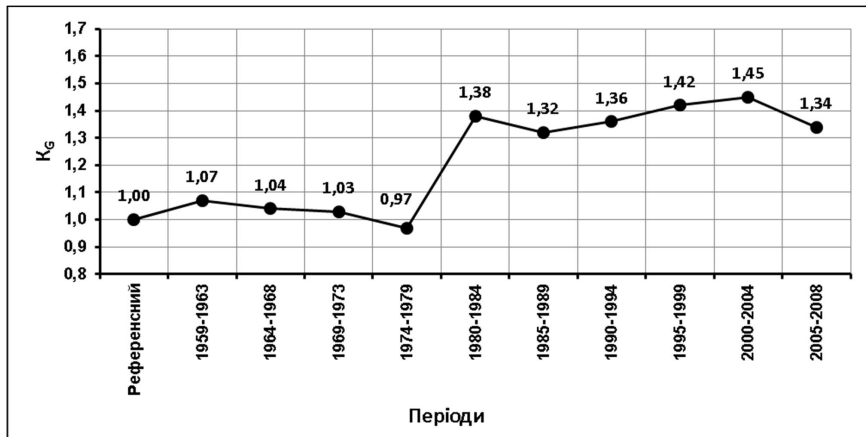


Рис. 5.8. Часовий розподіл середніх річних величин коефіцієнту галінності ( $K_G$ ) для р. Псел - с. Запсілля за період 1959-2009 рр.

Аналіз багаторічних змін показника мінералізації у різні фази водного режиму виявив наступні тенденції (рис. 5.9).

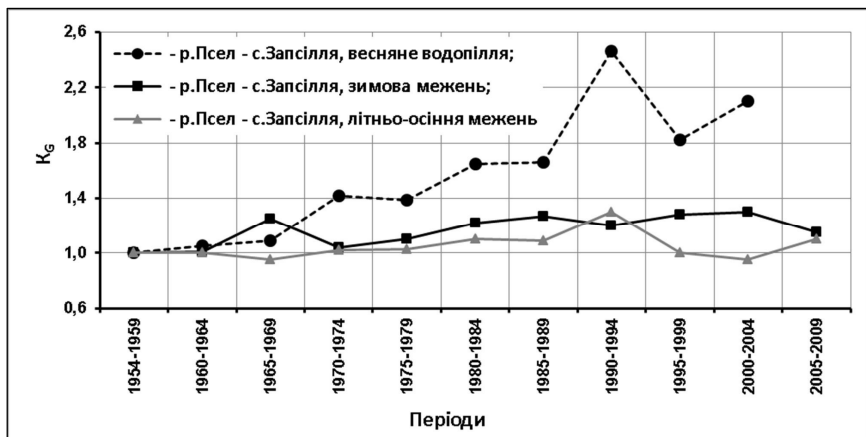


Рис. 5.9. Часовий розподіл величини коефіцієнту галінності ( $K_G$ ) для різних фаз водного режиму р. Псел – с. Запсілля за період 1954-2009 рр.

Як і для попереднього об'єкту дослідження (р. Сула) для р. Псел характерно доволі неоднорідне спрямування зміни гідрохімічного режиму. Найбільш значне зростання мінералізації води характерне для періоду весняної повені. Якщо на початку періоду спостереження характерними показниками величини мінералізації у межах 342-370 мг/дм<sup>3</sup> (що відповідає величині коефіцієнта галінності  $K_G = 1 - 1,1$ ) то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів починає стрімко зростати, сягаючи свого максимуму у період 1990-1994 рр. з показниками 840 мг/дм<sup>3</sup> ( $K_G = 2,1$ ).

Для межених періодів характерно дещо інша спрямованість багаторічних змін показника мінералізації води р. Псел. Протягом досліджуваних періодів 1946-1979 рр. коливання вмісту розчинених мінеральних речовин не зазнавали великих змін. Абсолютні значення мінералізації води річки коливались в межах 600-800 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає величині коефіцієнта галінності  $K_G = 1 - 1,32$ . Найбільш відчутне збільшення мінералізації води р. Псел у межених періоди зафіксоване у періоди 1990-2004 рр. коли абсолютні величини цього показника сягнули 760-880 мг/дм<sup>3</sup> ( $K_G = 1,27-1,31$ ). Слід зазначити, що величина мінералізації для зимової межени становить 880 мг/дм<sup>3</sup> ( $K_G = 1,27$ ) і є більшою, ніж для літньо-осінньої межени (сума іонів = 760 мг/дм<sup>3</sup>,  $K_G = 1,32$ ). Характер зміни досліджуваних показників за період 1954-1990 рр. майже ідентичний як для періоду літньо-осінньої так і зимової межени.

Починаючи з 1990-1994 рр. ступінь мінералізації води для періоду літньо-осінньої межени збільшувався. А для зимової межени ці характеристики навпаки почали зменшуватися.

Зміни хімічного складу води на якісному і кількісному рівні з використанням зазначених вище методичних підходів відображені у табл. 5.7.

З табл. 5.7 видно, що за час досліджень найзначніші якісні зміни хімічного складу води р. Псел характерні для періоду весняної повені. Для цієї фази водного режиму характерно неодноразова зміна якісних характеристик води на рівнях груп - з групи кальцію на групу натрію, типів (з I, II типів, які характерні для більшості вод річок території України, до III типу - які є змішаними і метаморфізованими, формуються в результаті катіонного обміну при взаємодії води і ґрунту), підтипів - вміст класоутворюючого гідрокарбонатного аніону інколи становить менше 50%.

Таблиця 5.7

Динаміка коефіцієнту галинності ( $K_G$ ) та хімічного типу води (за МКА\*) р. Псел – с. Запсілля у різні сезони за період 1955 – 2009 рр.

Фаза водного режиму	Середні річні показники		Весняна повінь		Літньо-осіння межень		Зимова Межень	
	$K_G$	МКА*	$K_G$	МКА	$K_G$	МКА	$K_G$	МКА
Період								
1955-1959	1	$C_{II6}^{Ca}$	1	$C_{IIa}^{Ca}$	1,00	$C_{II6}^{Ca}$	1,00	$C_{IIa}^{Ca}$
1960-1964	1,07	$C_{II6}^{Ca}$	1,05	$C_{II6}^{Ca}$	1,03	$C_{II6}^{Ca}$	0,98	$C_{II6}^{CaNa}$
1965-1969	1,04	$C_{II6}^{Ca}$	1,09	$C_{II6}^{Ca}$	1,19	$C_{II6}^{CaNa}$	0,93	$C_{IIa}^{CaMg}$
1970-1974	1,03	$C_{II6}^{Ca}$	1,42	$C_{IIa}^{Ca}$	1,05	$C_{II6}^{Ca}$	1,03	$C_{II6}^{CaNa}$
1975-1979	0,97	$C_{II6}^{Ca}$	1,39	$C_{II6}^{Ca}$	1,09	$C_{II6}^{CaNa}$	1,05	$C_{II6}^{Ca}$
1980-1984	1,38	$C_{I6}^{CaNa}$	1,65	$C_{II6}^{CaNa}$	1,21	$C_{II6}^{CaNa}$	1,09	$C_{II6}^{CaNa}$
1985-1989	1,32	$C_{I6}^{CaNa}$	1,66	$C_{II6}^{CaNa}$	1,24	$C_{II6}^{CaNa}$	1,08	$C_{II6}^{CaNa}$
1990-1994	1,36	$C_{I6}^{CaNa}$	2,46	$C_{I6}^{NaCa}$	1,18	$C_{II6}^{CaNa}$	1,27	$C_{II6}^{CaNa}$
1995-1999	1,42	$C_{I6}^{CaNa}$	1,82	$C_{II6}^{CaNa}$	1,27	$C_{II6}^{CaNa}$	1,01	$C_{II6}^{CaNa}$
2000-2004	1,45	$C_{I6}^{CaNa}$	2,10	$C_{IIIb}^{CaNa}$	1,32	$C_{II6}^{CaNa}$	0,93	$C_{II6}^{CaNa}$
2005-2009	1,34	$C_{I6}^{CaNa}$	1	$C_{II6}^{CaNa}$	1,13	$C_{II6}^{CaNa}$	1,08	$C_{II6}^{CaNa}$

Примітка \* МКА – модернізована класифікація Алексіна

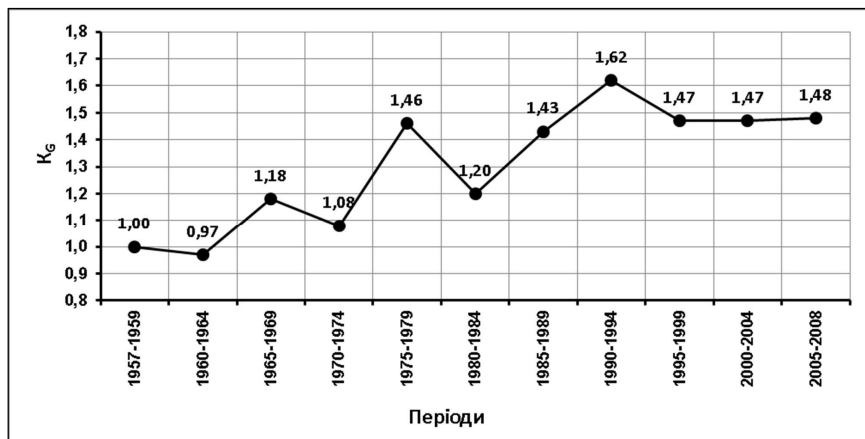
Основним чинником зміни якісного і кількісного складу річкових вод є різке збільшення вмісту іонів натрію, хлору та сульфатного іону.

**Річка Ворскла.** У природному хімічному складі вод р. Ворскла переважають гідрокарбонатні іони, а також іони кальцію та натрію. Хімічний тип поверхневих вод класифікується як гідрокарбонатний кальцієво-магнієво-натрієвий. Води прісні. Мінімальна річна мінералізація становить  $452 \text{ мг/дм}^3$  (1957 р.), а максимальне середньорічне значення  $915 \text{ мг/дм}^3$  (1993 р). В цілому середньорічні показники мають сталу тенденцію до зростання з невеликими циклічними коливаннями в межах 3-6 річних циклів. В цілому за досліджуваний період мінералізація зросла з  $452 \text{ мг/дм}^3$  до



720 мг/дм<sup>3</sup>. Лінійний тренд, нівелюючи існуючі коливання, свідчить про стійке повільне зростання значень середньорічної мінералізації за період спостережень приблизно у 1,5 рази.

Графічне відображення часових змін величини мінералізації за допомогою коефіцієнта галинності  $K_G$  наведено на рис. 5.10.

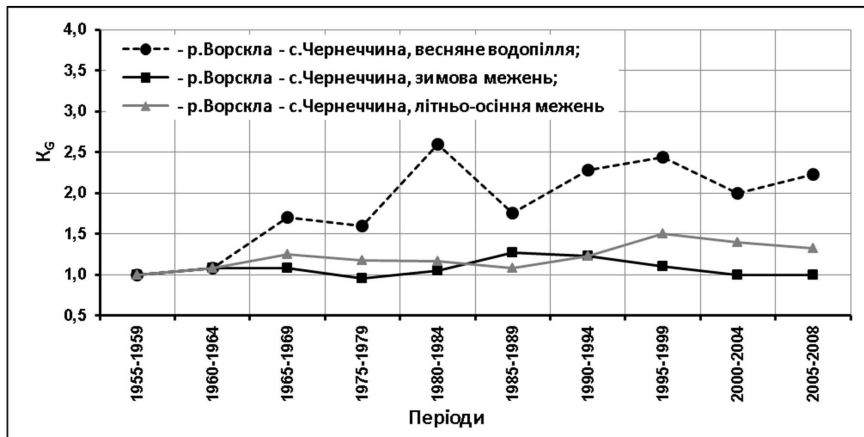


**Рис. 5.10. Часовий розподіл середніх річних величин коефіцієнту галинності ( $K_G$ ) для р. Ворскла – с. Чернеччина за період 1957-2009 рр.**

Для р. Ворскла можна виділити наступні характерні періоди коливання середньорічних величин мінералізації води. Перший період (1957-1974 рр.) – поступове зростання мінералізації з невеликими циклічними коливаннями близькими до значень перших 5-ти років періоду досліджень (період умовного г/х фону). Другий період (1975 – 1994 рр.) – значне стрибко подібне зростання вмісту розчинених мінеральних речовин (на 60%) із максимумом у період 1990-1994 рр. Третій період (1995-2009 рр.) – незначне зменшення мінералізації води р. Сула. Слід відзначити, що за останні 15 років досліджень значення середньорічної мінералізації залишалися стабільними.

Аналіз багаторічних змін показника мінералізації води р. Ворскла у різні фази водного режиму повторив раніше виявлені особливості характерні для річок Сула і Псел (рис. 5.11). Як і для попередніх об'єктів дослідження, для р. Ворскла характерно неоднорідні зміни

гідрохімічного режиму. Найбільш значне зростання мінералізації води характерно для періоду весняної повені. Якщо для початку періоду спостереження характерними показниками мінералізації були величини 280-300 мг/дм<sup>3</sup> (коефіцієнт галінності  $K_G = 1-1,1$ ), то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів стрімко зростає, сягаючи свого максимуму у період 1990-1994 рр. з показниками 685 мг/дм<sup>3</sup> ( $K_G = 2,45$ ).



**Рис. 5.11. Часовий розподіл величини коефіцієнту галінності ( $K_G$ ) для різних фаз водного режиму р. Ворскла - с. Чернечина за період 1955-2009 рр.**

Для меженних періодів характерно дещо інша спрямованість багаторічних змін показника мінералізації води р. Ворскла. Протягом досліджуваних періодів 1946-1979 рр. коливання вмісту розчинених мінеральних речовин не зазнавали великих змін. Абсолютні значення мінералізації води річки коливались в межах 690-750 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає величині коефіцієнта галінності  $K_G = 1 - 1,2$ . Найбільш відчутне збільшення мінералізації у меженні періоди зафіксовано у середині 1990-х років минулого століття для фази літньо-осінньої межени коли абсолютні величини показника сягнули 845 мг/дм<sup>3</sup> ( $K_G = 1,5$ ). Слід зазначити, що максимальна величина показника мінералізації води р. Ворскла для зимової межени становить 899 мг/дм<sup>3</sup> ( $K_G = 1,29$ ). Характер зміни досліджуваних показників за

період 1954-1990 рр. майже ідентичний як для періоду літньо-осінньої так і зимової межени.

Починаючи з 1990-1994 рр. ступінь мінералізації води для періоду літньо-осінньої межени збільшувався. А для зимової межени ці характеристики навпаки почали зменшуватися до значень періоду умовного гідрохімічного фону.

Зміни хімічного складу води р. Ворскла на якісному і кількісному рівні відображені у табл. 5.8.

**Таблиця 5.8**

**Динаміка коефіцієнту галинності ( $K_G$ ) та хімічного типу води (за МКА\*) р. Ворскла – с. Чернеччина у різні сезони за період 1955 – 2009 рр.**

Фаза водного режиму	Середні річні показники		Весняна повінь		Літньо-осіння межень		Зимова Межень	
	Період	$K_G$	МКА*	$K_G$	МКА	$K_G$	МКА	$K_G$
1955-1959	1,00	$C_{IIa}^{Ca}$	1,0	$C_{IIa}^{Ca}$	1,00	$C_{IIb}^{Ca}$	1,00	$C_{IIa}^{Ca}$
1960-1964	0,97	$C_{IIb}^{Ca}$	1,07	$C_{IIb}^{Ca}$	1,04	$C_{IIb}^{CaNa}$	1,06	$C_{IIb}^{Ca}$
1965-1969	1,18	$C_{IIb}^{CaNa}$	1,70	$C_{IIb}^{Ca}$	1,19	$C_{IIa}^{CaNa}$	1,07	$C_{Ib}^{CaNa}$
1970-1974	1,08	$C_{IIb}^{Ca}$	1,60	$C_{IIa}^{Ca}$	1,14	$C_{IIb}^{Ca}$	-	-
1975-1979	1,46	$C_{IIb}^{Ca}$	1,53	$C_{IIb}^{CaNa}$	1,12	$C_{IIb}^{CaMg}$	0,94	$C_{IIb}^{CaMg}$
1980-1984	1,20	$C_{IIb}^{CaNa}$	1,73	$C_{Ib}^{CaNa}$	1,03	$C_{IIa}^{CaNa}$	1,06	$C_{IIa}^{CaNa}$
1985-1989	1,49	$C_{Ib}^{CaNa}$	2,25	$C_{Ib}^{CaNa}$	1,19	$C_{IIb}^{CaNa}$	1,28	$C_{Ib}^{CaNa}$
1990-1994	1,62	$C_{Ib}^{NaCa}$	2,44	$C_{Ib}^{NaCa}$	1,49	$C_{Ib}^{NaCa}$	1,22	$C_{Ib}^{NaCa}$
1995-1999	1,47	$C_{IIb}^{CaNa}$	1,97	$C_{Ib}^{CaNa}$	1,35	$C_{IIb}^{CaNa}$	1,10	$C_{IIIb}^{Ca}$
2000-2004	1,47	$C_{IIb}^{CaNa}$	2,22	$C_{Ib}^{CaNa}$	1,27	$C_{IIb}^{CaNa}$	1,01	$C_{IIb}^{CaMg}$
2005-2009	1,48	$C_{IIb}^{CaNa}$	-	-	1,28	$C_{IIb}^{CaNa}$	1,00	$C_{IIb}^{CaMg}$

Примітка - \* МКА – модернізована класифікація Алекіна

З табл. 5.8 видно, що за час досліджень значні зміни хімічного складу води р. ворскла характерні для всіх фаз водного режиму,

особливо для періоду 1985-1994 рр. Для нього характерно неодноразова зміна якісних характеристик води на рівнях груп - з групи кальцію на групу натрію, типів (з I, II типів, які характерні для більшості вод річок території України, до III типу – які є змішаними і метаморфізованими, формуються в результаті катіонного обміну при взаємодії води і ґрунту), підтипів – вміст класоутворюючого гідрокарбонатного аніону інколи становить менше 50%.

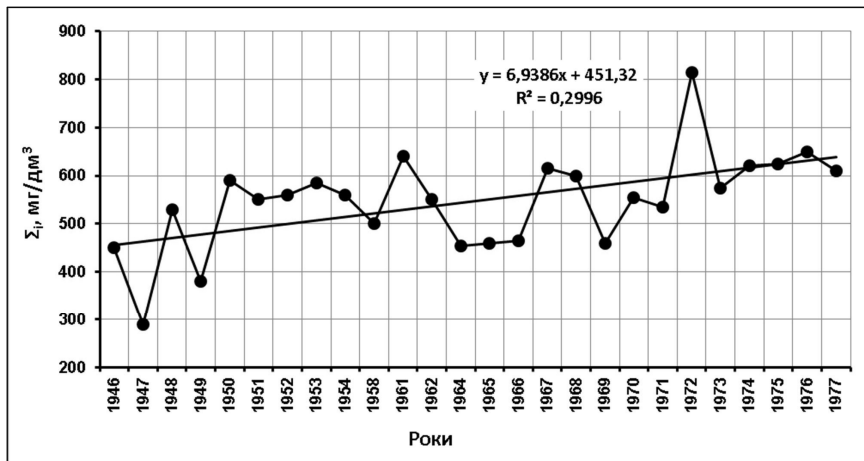
В зміні середньорічних значень мінералізації і концентрацій головних іонів для річок Сула, Псел і Ворскла можна виділити 3 характерних періоди.

Перший період (умовний гідрохімічний фон, 1955-1979 рр.); другий період (трансформаційний, 1980-1999 рр.); третій період (сучасний, 2000-2009 рр.). Кожен із зазначених періодів характеризується власними змінами гідрохімічного режиму річки як на рівні кількісних характеристик (коефіцієнт галінності), так і якісних (співвідношення між головними іонами). Окрім цього тренди зміни середньорічних показників мінералізації в межах кожного з періодів мають різний характер та різну величину достовірності апроксимації згладженої кривої.

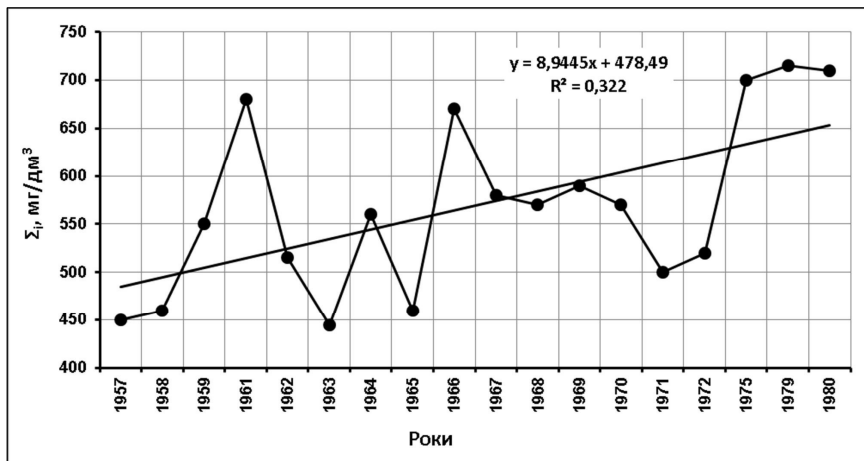
Так, для першого періоду характерною є мала мінералізація і сталий гідрокарбонатно-кальцієвий склад води  $C_{II}^{Ca}$ . Значення коефіцієнту галінності коливались біля значень періоду умовного гідрохімічного фону (тобто 1). Лінійні тренди зміни середньої річної мінералізації води річок Сула і Ворскла, характерні для цього періоду, наведено на рис. 5.12-5.13.

Другий період (трансформаційний, 1979-1993 рр.) характеризувався підвищенням мінералізації води і відчутною зміною її якісного складу на рівні груп і типів. Відбулося зростання показника  $K_G$ . Лінійні тренди зміни середньої річної мінералізації води річок Сула і Ворскла характерні для цього періоду, наведено на рис. 5.14-5.15.

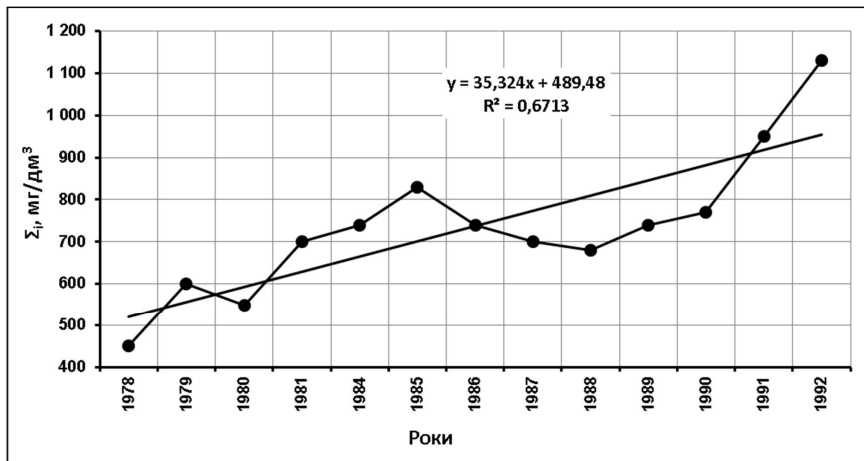
Третій період (сучасний, 1994-2009 рр.) характеризується стабілізацією змін у гідрохімічному режимі річок як на рівні кількісних характеристик (коефіцієнт галінності дорівнював значенням 1,5-2,0) так і якісних (співвідношення між головними іонами). Лінійні тренди зміни середньої річної мінералізації води річок Сула і Ворскла характерні для цього періоду, наведено на рис. 5.16-5.17.



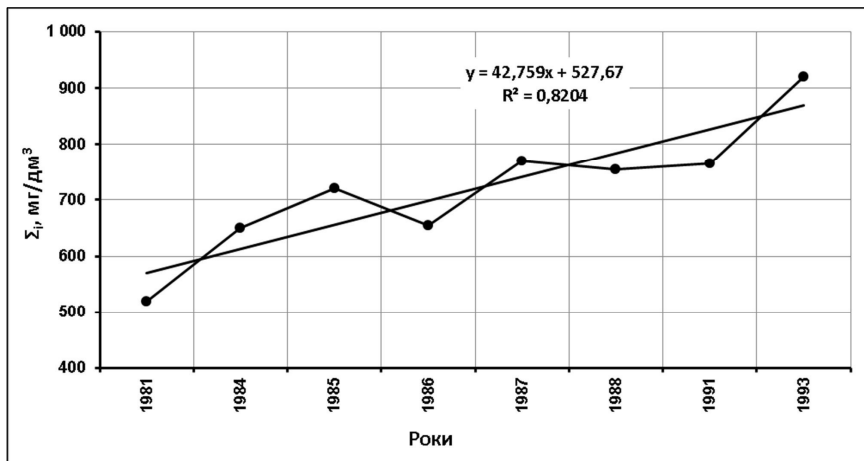
**Рис. 5.12.** Лінійний тренд зміни середньої річної мінералізації води р. Сула – м. Лубни для періоду умовного гідрохімічного фону (1946-1977 рр.)



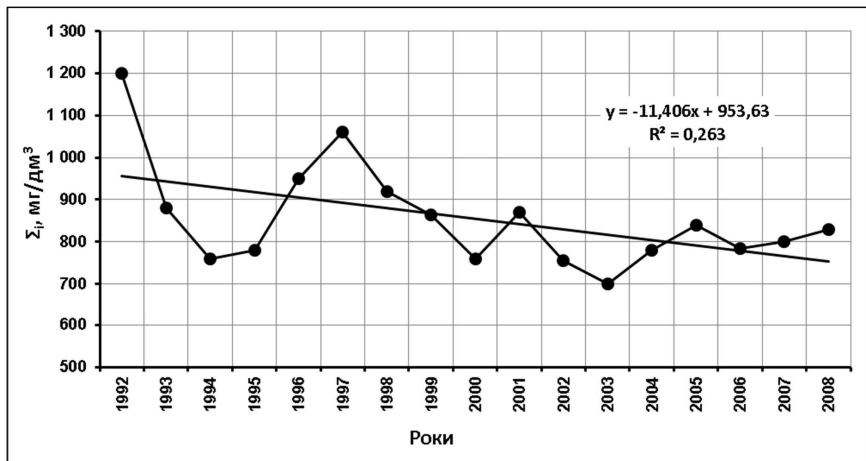
**Рис. 5.13.** Лінійний тренд зміни середньої річної мінералізації води р. Ворскла – с. Чернеччина для періоду умовного гідрохімічного фону (1957-1980 рр.)



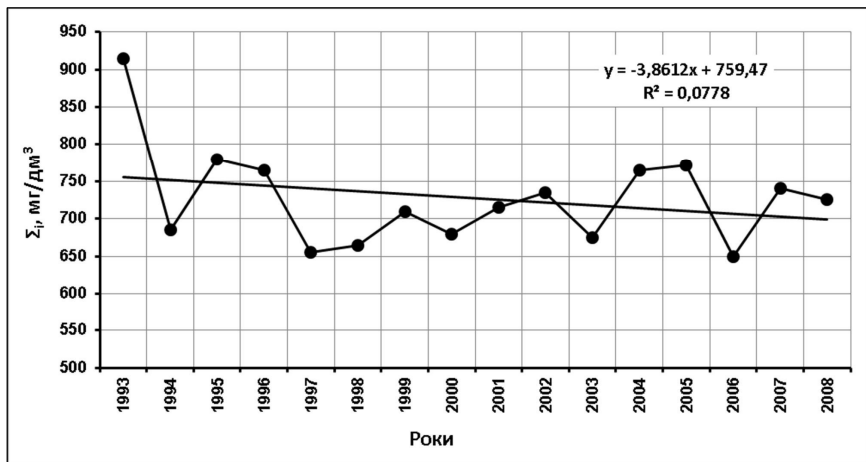
**Рис. 5.14.** Лінійний тренд зміни середньої річної мінералізації води р. Сула – м. Лубни для трансформаційного періоду (1978-1992 рр.)



**Рис. 5.15.** Лінійний тренд зміни середньої річної мінералізації води р. Ворскла – с. Чернеччина для трансформаційного періоду (1981-1993 рр.)



**Рис. 5.16.** Лінійний тренд зміни середньої річної мінералізації води р. Сула - м. Лубни для сучасного періоду (1992-2009 рр.)



**Рис. 5.17.** Лінійний тренд зміни середньої річної мінералізації води р. Ворскла - с. Чернеччина для сучасного періоду (1993-2009 рр.)

Узагальнюючи отримані результати з дослідження багаторічних змін хімічного складу і мінералізації річкових вод можна зробити висновки про наступне.

Протягом всього періоду досліджень (1946-2009 рр.) для річок Лівобережного Лісостепу спостерігалось значне зростання мінералізації води.

В зміні середньорічних значень мінералізації води і концентрацій головних іонів для Сули, Псла і Ворскли можна виділити 3 характерних періоди, які кореспондуються з багаторічними змінами гідрологічного режиму, передусім мінімального стоку (див. розд. 3.2).

*Перший період (умовний гідрохімічний фон, 1946-1979 рр.)* характеризувався малою мінералізацією і сталим гідрокарбонатно-кальцієвим складом води  $C_{II6}^{Ca}$ . Значення коефіцієнту галінності коливались біля значень референсного періоду (тобто біля 1).

*Другий період (трансформаційний, 1980-1993 рр.)* характеризувався підвищенням мінералізації води і відчутною зміною її якісного складу на

рівні груп і типів з  $C_{II6}^{Ca}$  на  $C_{I6}^{CaNa}$ , для р. Ворскла і р. Сула було зафіксовано зміну групоутворюючого катіона – трансформаційний ланцюг набув вигляду  $C_{II6}^{Ca} \rightarrow C_{I6}^{CaNa} \rightarrow C_{I6}^{NaCa}$ . Відбулося зростання показника  $K_G$  зі значення 1 до 2,1.

*Третій період (сучасний, 1994-2009 рр.)* характеризується незначним падінням мінералізації води та стабілізацією гідрохімічного режиму річок. Аналіз змін гідрохімічних характеристик для різних фаз водного режиму засвідчив, що найзначніші якісні і кількісні зміни характерні для періоду весняної повені. Максимальні значення коефіцієнту галінності становлять  $K_G=2,5-3$ . Для цієї фази водного режиму характерна неодноразова зміна якісних характеристик води на рівнях груп - з групи кальцію на групу натрію, типів (з I, II типів, які характерні для більшості вод річок території України, до III типу – які є змішаними і метаморфізованими, формуються в результаті катіонного обміну при взаємодії води і ґрунту), підтипів – вміст класоутворюючого гідрокарбонатного аніону інколи становить менше 50%.

Значну залежність між змінами гідрологічного і гідрохімічного режимів підчас весняної повені показали розрахунки кореляційних залежностей наведені в табл. 5.9.



Таблиця 5.9

### Коефіцієнти кореляції між витратами води та показником мінералізації

Річка \ Фаза водного режиму	Весняна повінь	Літньо-осіння межень	Зимова межень
Псел – с. Запсілля	-0,57	0,20	0,15
Сула – м. Лубни	-0,50	0,30	0,10
Ворскла – с. Чернеччина	-0,60	0,12	-0,30

Для межених періодів характерним є періодичне незначне збільшення мінералізації води  $K_G=1,2-1,7$ . Інколи можливі зміни групоутворюючих аніонів  $C_{16}^{CaMg} \rightarrow C_{16}^{NaCa} \rightarrow C_{16}^{Ca}$ .

Основним чинником зміни якісного і кількісного складу річкових вод є різке збільшення вмісту іонів натрію, хлору та сульфатного іону під час фази весняної повені, що спричиняє і значне коливання середньорічних показників.

Подібна трансформація хімічного складу вод річки пов'язується з зміною низки природних факторів. В першу чергу кліматичними змінами, і, як наслідок внутрішньорічним перерозподілом водного стоку. Згідно останніх досліджень В.В.Гребня [49], для річок України є характерним зменшення обсягів весняної повені і зростання водності у меженні періоди. Це призводить до збільшення частки підземного живлення під час періоду весняної повені та зменшення його частки у меженні фази. Як відомо, підземні води мають вищу мінералізацію, ніж поверхневі. Такі зміни обумовлюють і відповідні трансформації у гідрохімічному режимі: збільшення мінералізації під час весняної повені за рахунок зростаючої ролі підземного живлення в цю фазу водного режиму.

### 5.5. Біогенні речовини

До біогенних речовин у природних водах належать сполуки азоту, фосфору і силіцію. Азот і фосфор обов'язково входять до складу тканин будь-якого живого організму, без них не розвиваються водні рослини й тварини. Концентрації біогенних елементів цілком

залежать від інтенсивності біохімічних і біологічних процесів у водоймах [2, 138].

Біологічні речовини мають велике значення для життєдіяльності рослинних та тваринних організмів. В свою чергу концентрація біогенних елементів та їх режим цілком або окремо залежить від інтенсивності біологічних процесів, які відбуваються у водних об'єктах [58].

**Мінеральні сполуки азоту.** В природних водах азот знаходиться у вигляді розчинених вільних молекул  $N_2$ , розчинених газоутворювальних сполук, іонів мінеральних сполук : амонійних ( $NH_4^+$ ), нітритних ( $NO_2^-$ ), нітратних ( $NO_3^-$ ), а також численних органічних сполук у молекулярному та колоїдному стані [138].

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

У природних умовах вміст азоту знижується навесні і досягає мінімальних значень у літній вегетаційний період. У холодний період року при затуханні продукційних процесів та мінералізації органічних речовин спостерігається збільшення мінеральних форм азоту, особливо  $NO_3^-$  як кінцевого продукту процесів нітрифікації амонійних іонів. Нітрати у зв'язку з цим є одним із важливих показників евтрофування водного об'єкта та ступеня його забрудненості азотовмісними органічними речовинами. Неорганічні сполуки є важливими показниками санітарного стану водного об'єкта і зумовлюють якість води для різних видів водокористування [138].

Гранично допустима концентрація (ГДК) азоту амонійного для водойм господарсько-питного використання становить  $2,0 \text{ мг/дм}^3$ .

**Азот амонійний ( $N-NH_4^+$ ).** У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація азоту амонійного становить  $0,28 \text{ мгN/дм}^3$  (табл. 5.10), змінюючись у межах від  $0,26 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,29 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація  $N-NH_4^+$  у воді р. Удай становить  $0,54 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,52 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $0,57 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (додаток Г.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація  $N-NH_4^+$  становить  $0,37 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,30 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Суми, 6,0 км нижче міста) до  $0,46 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста).

Таблиця 5.10

Середні \* мінімальні та максимальні концентрації біогенних речовин у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток у різні сезони за період 1989-2009 рр.

Річка	$N-NH_4^+$ мгN/дм <sup>3</sup>	$N-NO_2^-$ мгN/дм <sup>3</sup>	$N-NO_3^-$ мгN/дм <sup>3</sup>	$N_{зат.}$ мгN/дм <sup>3</sup>	$P_{мьв.}$ мгP/дм <sup>3</sup>	$P_{зат.}$ мгP/дм <sup>3</sup>	$S_{р}$ мгSi/дм <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
Весняна повінь							
р. Сула	0,275 0,260 – 0,291	0,018 0,018 – 0,019	0,141 0,141 – 0,142	0,435 0,419 – 0,452	0,124 0,120 – 0,129	0,302 0,280 – 0,324	7,098 6,842 – 7,354
р. Удай	0,544 0,517 – 0,572	0,021 0,019 – 0,023	0,114 0,088 – 0,141	0,782 0,624 – 0,940	0,116 0,110 – 0,123	0,318 0,296 – 0,340	11,538 11,369 – 11,707
р. Псел	0,374 0,300 – 0,463	0,029 0,021 – 0,040	0,231 0,220 – 0,260	0,634 0,563 – 0,713	0,143 0,099 – 0,160	0,371 0,252 – 0,451	12,481 8,922 – 15,230
р. Хорол	0,345 0,320 – 0,371	0,028 0,028 – 0,029	0,161 0,161 – 0,162	0,535 0,509 – 0,562	0,161 0,160 – 0,163	0,395 0,349 – 0,441	10,748 10,647 – 10,850
р. Ворскла	0,314 0,218 – 0,500	0,030 0,019 – 0,052	0,176 0,134 – 0,221	0,520 0,382 – 0,773	0,127 0,114 – 0,155	0,421 0,300 – 0,651	10,562 8,081 – 14,532
р. Мерла	0,415 0,390 – 0,441	0,029 0,026 – 0,032	0,239 0,210 – 0,269	0,684 0,677 – 0,691	0,181 0,150 – 0,213	0,485 0,470 – 0,500	9,678 9,204 – 10,152
Літньо-осіння межень							
р. Сула	0,244 0,230 – 0,259	0,018 0,017 – 0,019	0,129 0,125 – 0,134	0,392 0,372 – 0,412	0,159 0,145 – 0,173	0,388 0,375 – 0,402	7,853 7,281 – 8,425
р. Удай	0,221 0,170 – 0,273	0,018 0,015 – 0,021	0,143 0,133 – 0,153	0,382 0,338 – 0,427	0,160 0,151 – 0,169	0,382 0,367 – 0,398	8,394 8,065 – 8,723

**Продовження табл. 5.10**

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
р. Псел	<u>0,282</u> 0,231 – 0,330	<u>0,025</u> 0,022 – 0,026	<u>0,176</u> 0,161 – 0,190	<u>0,483</u> 0,433 – 0,527	<u>0,190</u> 0,170 – 0,222	<u>0,509</u> 0,441 – 0,640	<u>9,711</u> 7,842 – 11,500
р. Хорол	<u>0,392</u> 0,353 – 0,431	<u>0,032</u> 0,025 – 0,040	<u>0,156</u> 0,132 – 0,180	<u>0,581</u> 0,510 – 0,651	<u>0,293</u> 0,252 – 0,334	<u>0,641</u> 0,571 – 0,710	<u>10,568</u> 10,322 – 10,814
р. Ворскла	<u>0,277</u> 0,216–0,321	<u>0,024</u> 0,019–0,032	<u>0,167</u> 0,140–0,215	<u>0,468</u> 0,407–0,526	<u>0,207</u> 0,163–0,242	<u>0,493</u> 0,442–0,542	<u>8,425</u> 7,020–9,272
р. Мерла	<u>0,297</u> 0,271–0,324	<u>0,051</u> 0,036–0,065	<u>0,185</u> 0,141–0,230	<u>0,533</u> 0,448–0,619	<u>0,188</u> 0,164–0,213	<u>0,378</u> 0,347–0,410	<u>8,208</u> 8,116–8,300
Зимова межень							
р. Сула	<u>0,332</u> 0,250–0,414	<u>0,024</u> 0,023–0,025	<u>0,176</u> 0,161–0,191	<u>0,532</u> 0,434–0,630	<u>0,108</u> 0,099–0,117	<u>0,334</u> 0,310–0,359	<u>9,049</u> 8,823–9,275
р. Удай	<u>0,481</u> 0,451–0,510	<u>0,045</u> 0,024–0,066	<u>0,196</u> 0,185–0,207	<u>0,721</u> 0,660–0,783	<u>0,125</u> 0,116–0,134	<u>0,351</u> 0,331–0,372	<u>11,034</u> 10,175–11,892
р. Псел	<u>0,399</u> 0,261–0,473	<u>0,026</u> 0,021–0,030	<u>0,233</u> 0,212–0,271	<u>0,659</u> 0,509–0,712	<u>0,189</u> 0,170–0,240	<u>0,399</u> 0,351–0,487	<u>11,413</u> 9,840–13,611
р. Хорол	<u>0,737</u> 0,692–0,782	<u>0,024</u> 0,018–0,031	<u>0,171</u> 0,161–0,181	<u>0,932</u> 0,871–0,994	<u>0,175</u> 0,130–0,220	<u>0,387</u> 0,322–0,453	<u>9,586</u> 9,292–9,880
р. Ворскла	<u>0,251</u> 0,179–0,350	<u>0,026</u> 0,020–0,041	<u>0,276</u> 0,234–0,335	<u>0,553</u> 0,469–0,657	<u>0,174</u> 0,130–0,231	<u>0,426</u> 0,337–0,572	<u>9,141</u> 7,010–11,304
р. Мерла	<u>0,367</u> 0,314–0,421	<u>0,036</u> 0,030–0,043	<u>0,267</u> 0,251–0,284	<u>0,671</u> 0,595–0,748	<u>0,157</u> 0,123–0,192	<u>0,442</u> 0,346–0,539	<u>10,718</u> 9,831–11,606

**Примітка**\* середні значення для річок підкреслені

Концентрація  $N-NH_4^+$  у воді притоки – р. Хорол, становить  $0,35 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,32 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,37 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація  $N-NH_4^+$  становить  $0,36 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,22 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста) до  $0,50 \text{ мгN/дм}^3$  (с. Чернеччина, вище села). Абсолютна концентрація  $N-NH_4^+$  у воді притоки, р. Мерла становить  $0,42 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,39 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до  $0,44 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

Середня концентрація  $N-NH_4^+$  у воді р. Сула в період літньо-осінньої межені зменшується порівняно з весняною повинню та становить  $0,24 \text{ мгN/дм}^3$  (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від  $0,23 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,26 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація  $N-NH_4^+$  у воді притоки – р. Удай, також є меншою та становить  $0,22 \text{ мгN/дм}^3$  і коливається від  $0,17 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $0,27 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток Г.2).

У воді р. Псел, середня концентрація  $N-NH_4^+$  в період літньо-осінньої межені, зменшується і становить  $0,28 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,23 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Гляч, 8,0 км нижче міста) до  $0,33 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста). Концентрація  $N-NH_4^+$  у воді притоки – р. Хорол, підвищується і становить  $0,39 \text{ мгN/дм}^3$ , коливається від  $0,35 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,43 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація азоту амонійного в період літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла зменшується, порівняно з весняною повинню і становить  $0,27 \text{ мгN/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $0,22 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста) до  $0,32 \text{ мгN/дм}^3$  (с. Чернеччина, в межах села). Абсолютні концентрації  $N-NH_4^+$  у воді притоки, р. Мерла, також зменшується і становить  $0,30 \text{ мгN/дм}^3$ , коливаючись від  $0,27 \text{ мгN/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $0,32 \text{ мгN/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені у воді р. Сула середня концентрація  $N-NH_4^+$  збільшується та становить  $0,33 \text{ мгN/дм}^3$  (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від  $0,25 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,41 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація  $N-NH_4^+$  у воді притоки – р. Удай, також підвищується і становить  $0,48 \text{ мгN/дм}^3$  при коливаннях від  $0,45 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки,

1,0 км нижче міста) до 0,51 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (додаток Г.3).

У воді р. Псел середня концентрація N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> у період зимової межени підвищується і становить 0,37 мгN/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,26 мгN/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 0,47 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Гдяч, 8,0 км нижче міста). Середня концентрація N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> у воді притоки, р. Хорол, є більшою і становить 0,74 мгN/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,69 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 0,78 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> у воді р. Ворскла у період зимової межени зменшується і становить 0,25 мгN/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,18 мгN/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, вище села) до 0,35 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, в межах міста). Абсолютна концентрація N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> у воді притоки підвищується та становить 0,37 мгN/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 0,31 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 0,42 мгN/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

**Азот нітритний (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>).** У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація азоту нітритного становить 0,018 мгN/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від 0,018 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 0,019 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> у воді притоки – р. Удай, становить 0,021 мгN/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,019 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до 0,023 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток Г.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> становить 0,029 мгN/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,021 мгN/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 0,040 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста), що перевищує рівень. Концентрація N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> у воді притоки, р. Хорол, становить 0,028 мгN/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,028 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 0,029 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> становить 0,030 мгN/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,019 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче міста) до 0,052 мгN/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, вище села). Абсолютна концентрація N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> у воді притоки, р. Мерла, становить 0,029 мгN/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,026 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 0,032 мгN/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Середня концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  у воді р. Сула, у період літньо-осінньої межені становить  $0,018 \text{ мгN/дм}^3$  (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від  $0,017 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,019 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  у воді притоки, р. Удай, є меншою, порівняно з весняною повинню, та становить  $0,018 \text{ мгN/дм}^3$ , коливаючись від  $0,015 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $0,021 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Г.2).

У воді р. Псел середня концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  в період літньо-осінньої межені дещо зменшується і становить  $0,025 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,022 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста) до  $0,026 \text{ мгN/дм}^3$  (у створах м. Суми). Концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  у воді притоки, р. Хорол, підвищується і становить  $0,032 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,025 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,040 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  в період літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла зменшується, порівняно з весняною повинню, та становить  $0,024 \text{ мгN/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $0,019 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Полтава, в межах міста) до  $0,032 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод). Абсолютні концентрації  $\text{N-NO}_2^-$  у воді притоки – р. Мерла, підвищується і становить  $0,051 \text{ мгN/дм}^3$ , коливаючись від  $0,036 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $0,065 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені у воді р. Сула середня концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  збільшується та становить  $0,024 \text{ мгN/дм}^3$  (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від  $0,023 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,025 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  у воді притоки – р. Удай, також підвищується та становить  $0,045 \text{ мгN/дм}^3$ , при коливаннях від  $0,024 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $0,066 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток Г.3).

У воді р. Псел в період зимової межені середня концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  дещо підвищується і становить  $0,026 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,021 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста) до  $0,030 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста). Середня концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  у воді притоки, р. Хорол зменшується і становить  $0,024 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,018 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,031 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  у воді р. Ворскла в період зимової межени дещо зменшується та становить  $0,026 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,020 \text{ мгN/дм}^3$  (с. Чернеччина, в межах села; м. Полтава, 1,5 км вище міста) до  $0,041 \text{ мгN/дм}^3$  (с. Чернеччина, вище села). Абсолютна концентрація  $\text{N-NO}_2^-$  у воді притоки також зменшується та становить  $0,036 \text{ мгN/дм}^3$ , коливаючись від  $0,030 \text{ мгN/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $0,043 \text{ мгN/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

**Азот нітратний ( $\text{N-NO}_3^-$ ).** У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація азоту нітратного становить  $0,14 \text{ мгN/дм}^3$  (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від  $0,14 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,14 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді притоки – р. Удай, становить  $0,11 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,09 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $0,14 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток Г.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  становить  $0,23 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,22 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста) до  $0,26 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста). Концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді притоки – р. Хорол, становить  $0,16 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,16 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,16 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  становить  $0,18 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,13 \text{ мгN/дм}^3$  (с. Чернеччина, в межах села) до  $0,22 \text{ мгN/дм}^3$  (с. Чернеччина, вище села). Абсолютна концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді притоки – р. Мерла, становить  $0,239 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,21 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $0,27 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Середня концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді р. Сула в період літньо-осінньої межени зменшується порівняно з весняною повінню та становить  $0,13 \text{ мгN/дм}^3$  (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від  $0,13 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,13 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді притоки – р. Удай, збільшується та становить  $0,14 \text{ мгN/дм}^3$ , коливається від  $0,13 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $0,15 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток Г.2).

У воді р. Псел середня концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  в період літньо-осінньої межени зменшується і становить  $0,18 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись у



межах від  $0,16 \text{ мгN/дм}^3$  (с. Запсілля, в межах села) до  $0,19 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). Концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді притоки – р. Хорол, зменшується і становить  $0,16 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,13 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,18 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  в період літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла зменшується, порівняно з весняною повинню, та становить  $0,17 \text{ мгN/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $0,14 \text{ мгN/дм}^3$  (с. Чернечина, в межах села) до  $0,22 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста). Абсолютна концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді притоки, р. Мерла, також зменшується і становить  $0,19 \text{ мгN/дм}^3$ , коливаючись від  $0,14 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $0,23 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені у воді р. Сула середня концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  збільшується та становить  $0,18 \text{ мгN/дм}^3$  (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від  $0,16 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,19 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Абсолютна концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді притоки – р. Удай, також підвищується, та становить  $0,20 \text{ мгN/дм}^3$ , при коливаннях від  $0,19 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $0,21 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток Г.3).

У воді р. Псел в період зимової межені середня концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  підвищується та становить  $0,23 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,21 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста) до  $0,27 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Суми, 6,0 км нижче міста). Середня концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді притоки – р. Хорол, є більшою і становить  $0,17 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,16 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,18 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді р. Ворскла в період зимової межені збільшується та становить  $0,28 \text{ мгN/дм}^3$ , змінюючись від  $0,23 \text{ мгN/дм}^3$  (м. Полтава, 1,5 км вище міста) до  $0,34 \text{ мгN/дм}^3$  (с. Чернечина, в межах села). Абсолютна концентрація  $\text{N-NO}_3^-$  у воді притоки підвищується та становить  $0,27 \text{ мгN/дм}^3$ , коливаючись від  $0,25 \text{ мгN/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $0,28 \text{ мгN/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

**Мінеральні сполуки фосфору.** Фосфор є одним із головних біогенних елементів, який визначає продуктивність водного об'єкту. Концентрація загального розчиненого фосфору (мінерального і органічного) у незабруднених природних водах змінюється від 5 до

200 мкг/дм<sup>3</sup> та залежить від багатьох факторів: процесів вивітрювання ґрунтів та порід, швидкості розпаду органічних речовин, гідробіологічних процесів та ін. Сполуки фосфору надходять у природні води у результаті процесів життєдіяльності та розпаду водних організмів, вивітрювання та розщеплення порід, які містять ортофосфати. Забрудненню природних вод фосфором сприяє широке застосування фосфорних добрив, поліфосфатів як миючих засобів, флотореагентів і пом'якшувачів води. Органічні та мінеральні сполуки фосфору утворюються за допомогою біологічної переробки залишків тваринних та рослинних організмів, а також у процесах біологічного очищення господарсько-побутових та промислових стічних вод [138].

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 [58].

**Фосфати (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>).** У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація фосфатів становить 0,124 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від 0,120 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 0,129 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді притоки – р. Удай, становить 0,116 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,110 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до 0,123 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток Г.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> становить 0,143 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,099 мг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 0,160 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста). Концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді притоки, р. Хорол, становить 0,161 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,160 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до 0,163 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> становить 0,127 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,114 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернечина, вище села) до 0,155 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче міста). Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді притоки, р. Мерла, становить 0,181 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,150 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 0,213 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді р. Сула в період літньо-осінньої межени збільшується порівняно з весняною повінню та

становить 0,159 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від 0,145 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 0,173 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді притоки – р. Удай, також збільшується та становить 0,160 мг/дм<sup>3</sup>, коливається від 0,151 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 0,169 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Г.2).

У воді р. Псел середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> в період літньо-осінньої межени збільшується і становить 0,190 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,170 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми 6,0 км нижче міста) до 0,222 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста). Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді притоки – р. Хорол, збільшується і становить 0,293 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,252 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 0,334 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> в період літньо-осінньої межени у воді р. Ворскла збільшується, порівняно з весняною повинню, та становить 0,207 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях в межах від 0,163 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 1,5 км вище міста) до 0,242 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста). Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді притоки – р. Мерла, також збільшується і становить 0,188 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 0,164 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 0,213 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межени у воді р. Сула середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> зменшується та становить 0,108 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від 0,099 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 0,117 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді притоки, р. Удай, також зменшується, та становить 0,125 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від 0,116 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 0,134 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Г.3).

У воді р. Псел в період зимової межени середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> зменшується та становить 0,189 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,170 мг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 0,240 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді притоки, р. Хорол, є меншою і становить 0,175 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,130 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 0,220 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді р. Ворскла в період зимової межени зменшується та становить 0,174 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,130 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод) до

0,231 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, в межах села). Середня концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у воді притоки зменшується та становить 0,157 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 0,123 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 0,192 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

**Фосфор загальний (мінералбний і органічний).** У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація P<sub>заг.</sub> становить 0,302 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від 0,280 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 0,324 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація P<sub>заг.</sub> у воді р. Удай становить 0,318 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,296 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 0,340 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (див. додаток. Г.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація P<sub>заг.</sub> становить 0,371 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 4.15), змінюючись у межах від 0,252 мг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 0,451 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). Концентрація P<sub>заг.</sub> у воді притоки – р. Хорол, становить 0,395 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,349 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 0,441 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація P<sub>заг.</sub> становить 0,421 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,300 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, в межах села) до 0,651 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, вище села). Середня концентрація P<sub>заг.</sub> у воді притоки – р. Мерла, становить 0,485 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,470 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 0,500 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Середня концентрація P<sub>заг.</sub> у воді р. Сула в період літньо-осінньої межени збільшується, порівняно з весняною повінню, і становить 0,388 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від 0,375 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 0,402 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація P<sub>заг.</sub> у воді притоки – р. Удай, також збільшується та становить 0,382 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 0,367 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 0,398 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Г.2).

У воді р. Псел середня концентрація P<sub>заг.</sub> в період літньо-осінньої межени збільшується і становить 0,509 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,441 мг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 0,640 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста). Середня концентрація P<sub>заг.</sub> у воді притоки, р. Хорол, також збільшується і становить 0,641 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,571 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 0,710 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація  $P_{\text{заг.}}$  в період літньо-осінньої межени у воді р. Ворскла збільшується, порівняно з весняною повинню, та становить  $0,493 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $0,442 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води) до  $0,542 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста). Середня концентрація  $P_{\text{заг.}}$  у воді притоки, р. Мерла, навпаки зменшується і становить  $0,378 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $0,347 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $0,410 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межени у воді р. Сула середня концентрація  $P_{\text{заг.}}$  зменшується та становить  $0,334 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від  $0,310 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,359 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація  $P_{\text{заг.}}$  у воді притоки – р. Удай, також зменшується та становить  $0,351 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від  $0,331 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $0,372 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Г.3).

У воді р. Псел в період зимової межени середня концентрація  $P_{\text{заг.}}$  зменшується та становить  $0,399 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,351 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста) до  $0,487 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 6,0 км нижче міста). Середня концентрація  $P_{\text{заг.}}$  у воді притоки, р. Хорол, також зменшується і становить  $0,387 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $0,322 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,453 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація  $P_{\text{заг.}}$  у воді р. Ворскла в період зимової межени зменшується та становить  $0,426 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $0,337 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод) до  $0,572 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, вище села). Середня концентрація  $P_{\text{заг.}}$  у воді притоки, р. Мерла, збільшується та становить  $0,442 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $0,346 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $0,539 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) (див. табл. 5.10).

**Кремній (Si)** у вільному стані у природі не зустрічаються і знаходиться майже завжди у вигляді діоксиду кремнію. З'єднання кремнію необхідне для утворення твердих скелетних часток та тканин рослинних та тваринних організмів.

Головним джерелом сполук кремнію у природних водах є процеси хімічного вивітрювання та розщеплення мінералів, які містять кремній. Режим кремнію у поверхневих водах до певної міри подібний до режиму сполук азоту і фосфору, проте кремній не лімітує розвиток рослин [58].

У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація кремнію становить  $7,1 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від  $6,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $7,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація Si у воді притоки – р. Удай, становить  $11,4 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $11,4 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $11,7 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Г.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація Si становить  $12,5 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $8,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста) до  $15,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста). Концентрація Si у воді притоки – р. Хорол, становить  $10,8 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $10,6 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $10,9 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація Si становить  $10,6 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $8,08 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста) до  $14,5 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, в межах села). Середня концентрація Si у воді притоки – р. Мерла, становить  $9,68 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $9,20 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до  $10,2 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

Середня концентрація Si у воді р. Сула, в період літньо-осінньої межені збільшується, порівняно з весняною повинню, та становить  $7,85 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від  $7,28 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $8,43 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація Si у воді притоки, р. Удай, зменшується та становить  $8,394 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $8,07 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $8,72 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Г.2).

У воді р. Псел середня концентрація Si в період літньо-осінньої межені зменшується і становить  $9,71 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $7,84 \text{ мг/дм}^3$  (с. Запілля, в межах села) до  $11,5 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 6,0 км нижче міста). Середня концентрація Si у воді притоки – р. Хорол, також зменшується і становить  $10,6 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $10,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до  $10,8 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Середня концентрація Si в період літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла зменшується, порівняно з весняною повинню, та становить  $8,4 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $7,02 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста) до  $9,3 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче міста). Середня концентрація Si у воді притоки, р. Мерла, зменшується і становить

8,2 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 8,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до 8,3 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

В період зимової межени у воді р. Сула середня концентрація Si збільшується та становить 9,1 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.10), змінюючись у межах від 8,8 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 9,3 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація Si у воді притоки – р. Удай, також збільшується та становить 11,0 мг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від 10,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 11,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (див. додаток Г.3).

У воді р. Псел в період зимової межени середня концентрація Si збільшується та становить 11,4 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 9,8 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста) до 13,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста). Середня концентрація Si у воді притоки – р. Хорол, зменшується і становить 9,6 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 9,3 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до 9,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Середня концентрація Si у воді р. Ворскла в період зимової межени збільшується та становить 9,1 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 7,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, в межах міста) до 11,3 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод). Середня концентрація Si у воді притоки – р. Мерла, також збільшується та становить 10,7 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 9,8 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 11,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

## 5.6. Мікроелементи

Мікроелементами – це 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 ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  та ін.); іони важких металів ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Au}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  та ін.); атмосферні комплексуютьвачи ( $\text{Cr}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{V}$ ); типові аніони ( $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{B}^{3-}$ ) [58, 139].

Мікроелементи можуть бути присутніми у природних водах у вигляді різних фізико-хімічних форм: завислій, колоїдній та розчинній. 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. За високих концентрацій у воді, які перевищують встановлені санітарно-гігієнічні нормативи, мікроелементи можуть бути дуже токсичними для організму людини.

**Залізо** у поверхневих водах міститься в кількостях, що становлять десятки 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. Гранично-допустима концентрація Fe<sub>заг.</sub> для водойм господарсько-питного використання (ГДК<sub>гп</sub>) становить 0,5 мг/дм<sup>3</sup> [58].

У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація Fe<sub>заг.</sub> становить 0,47 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 5.11), змінюючись у межах від 0,46 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 0,49 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація Fe<sub>заг.</sub> у воді притоки – р. Удай, становить 0,21 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,19 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 0,22 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток Д.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація Fe<sub>заг.</sub> становить 0,30 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,22 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадач, 1,0 км вище міста) до 0,36 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста). Концентрація Fe<sub>заг.</sub> у воді притоки, р. Хорол, становить 0,82 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує рівень ГДК у 1,6 рази, змінюючись від 0,76 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до 0,89 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація Fe<sub>заг.</sub> становить 0,62 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує рівень ГДК у 1,2 рази, змінюючись у межах від 0,49 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче міста) до 0,80 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, вище села). Середня концентрація Fe<sub>заг.</sub> у воді притоки – р. Мерла, становить 0,96 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує рівень ГДК у майже у 2 рази, змінюючись від 0,95 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 0,97 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Середня концентрація Fe<sub>заг.</sub> у воді р. Сула в період літньо-осінньої межени зменшується, порівняно з весняною повінню, та становить 0,41 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.11), змінюючись у межах від 0,37 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 0,44 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста).



**Таблиця 5.11**  
**Середні\* мінімальні та максимальні концентрації мікроелементів у воді річок**  
**Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період 1989-2009 рр.**

Річка	Fe <sub>зат.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	Mn, мкг/дм <sup>3</sup>	Zn, мкг/дм <sup>3</sup>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
	Весняна повінь			
р. Сула	<u>0,47</u> 0,46 – 0,49	<u>23,66</u> 14,33 – 33,00	<u>131,44</u> 118,53 – 144,35	<u>59,05</u> 55,29 – 62,82
р. Удай	<u>0,21</u> 0,19 – 0,22	<u>8,18</u> 4,63 – 11,74	<u>25,62</u> 21,14 – 30,10	<u>31,09</u> 27,54-34,64
р. Псел	<u>0,3</u> 0,22-0,36	<u>14,09</u> 10,80-20,48	<u>100,50</u> 50,00-211,51	<u>53,14</u> 15,00 – 85,86
р. Хорол	<u>0,82</u> 0,76 – 0,89	<u>14,21</u> 13,48 – 14,93	<u>86,26</u> 81,00 – 91,52	<u>13,38</u> 11,60 – 15,16
р. Ворскла	<u>0,62</u> 0,49 – 0,80	<u>10,01</u> 8,61 – 12,81	<u>80,71</u> 41,54 – 121,21	<u>22,08</u> 10,41 – 49,04
р. Мерла	<u>0,96</u> 0,95 – 0,97	<u>17,05</u> 13,30 – 20,80	–	<u>10,82</u> 9,53 – 12,12
	Літньо-осіння межень			
р. Сула	<u>0,41</u> 0,37 – 0,44	<u>13,27</u> 12,96 – 13,59	<u>110,12</u> 93,17 – 127,07	<u>60,72</u> 53,21 – 68,23
р. Удай	<u>0,32</u> 0,31 – 0,33	<u>3,15</u> 2,85 – 3,46	<u>39,78</u> 34,96 – 44,61	<u>31,05</u> 27,20 – 34,90
р. Псел	<u>0,29</u> 0,18 – 0,46	<u>6,23</u> 3,04 – 11,08	<u>85,62</u> 72,42 – 101,00	<u>48,42</u> 31,00 – 63,55
р. Хорол	<u>0,48</u> 0,47 – 0,49	<u>11,47</u> 9,37 – 13,58	<u>153,04</u> 134,73 – 171,36	<u>19,61</u> 18,47 – 20,76

**Продовження табл. 5.11**

<i>I</i>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
р. Ворскла	<u>0,44</u> 0,33 – 0,52	<u>9,23</u> 6,92 – 12,03	<u>71,70</u> 42,72 – 90,65	<u>26,95</u> 8,33 – 68,73
р. Мерла	<u>0,80</u> 0,69 – 0,91	<u>14,37</u> 13,34 – 15,41	–	<u>10,26</u> 9,42 – 11,10
Зимова межень				
р. Сула	<u>0,46</u> 0,44 – 0,49	<u>14,37</u> 12,90 – 15,85	<u>225,64</u> 215,10 – 236,18	<u>58,25</u> 56,24 – 60,26
р. Удай	<u>0,38</u> 0,35 – 0,42	<u>8,50</u> 7,85 – 9,15	<u>35,72</u> 31,91 – 39,53	<u>25,58</u> 23,39 – 27,77
р. Псел	<u>0,49</u> 0,33 – 0,85	<u>6,02</u> 2,23 – 10,06	<u>94,34</u> 31,00 – 131,29	<u>46,77</u> 20,33 – 74,45
р. Хорол	<u>0,68</u> 0,62 – 0,75	<u>10,21</u> 10,06 – 10,37	<u>153,07</u> 138,83 – 167,32	<u>20,17</u> 19,21 – 21,14
р. Ворскла	<u>0,44</u> 0,34 – 0,52	<u>8,89</u> 5,10 – 14,81	<u>104,81</u> 58,62 – 196,93	<u>28,07</u> 12,26 – 71,50
р. Мерла	<u>0,61</u> 0,59 – 0,64	<u>14,41</u> 13,51 – 15,31	–	<u>9,94</u> 9,25 – 10,64

**Примітка**\* середні значення для річок підкреслені

Середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  у воді притоки – р. Удай збільшується та становить  $0,32 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $0,31 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $0,33 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (додаток Д.2).

У воді р. Псел середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  в період літньо-осінньої межені дещо зменшується і становить  $0,29 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,18 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста) до  $0,46 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста). Середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  у воді притоки – р. Хорол, також зменшується і становить  $0,48 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $0,47 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,49 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  в період літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла зменшується порівняно з весняною повинню, та становить  $0,44 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $0,33 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста) до  $0,52 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, вище села). Середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  у воді притоки, р. Мерла, зменшується і становить  $0,80 \text{ мг/дм}^3$ , що перевищує рівень ГДК у 1,6 рази, коливаючись від  $0,69 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $0,91 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені, у воді р. Сула, середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  дещо збільшується і становить  $0,46 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.11), змінюючись у межах від  $0,44 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,49 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  у воді притоки – р. Удай, також збільшується і становить  $0,38 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від  $0,35 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $0,42 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток Д.3).

У воді р. Псел в період зимової межені, середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  збільшується та становить  $0,49 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,33 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста) до  $0,85 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста). Середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  у воді притоки р. Хорол, збільшується і становить  $0,68 \text{ мг/дм}^3$ , що перевищує рівень ГДК у 1,4 рази, змінюючись від  $0,62 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до  $0,75 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  у воді р. Ворскла в період зимової межені становить  $0,44 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $0,34 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче міста) до  $0,52 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, в межах села). Середня концентрація  $Fe_{\text{заг.}}$  у воді притоки – р. Мерла, зменшується та становить  $0,61 \text{ мг/дм}^3$ , що перевищує рівень ГДК у

1,2 рази, коливаючись від 0,59 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 0,64 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

**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, які використовуються для винищення водоростей.

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

Мідь відноситься до числа активних мікроелементів, які беруть участь у процесі фотосинтезу та впливаючих на засвоєння азоту рослинами [58, 139].

У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація Cu становить 24 мкг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.11), змінюючись у межах від 14 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 33 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація Cu у воді притоки – р. Удай, становить 8,2 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 4,6 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 11,7 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки 1,0 км нижче міста) (додаток Д.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація Cu становить 14 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 11 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста) до 21 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста). Концентрація Cu у воді притоки – р. Хорол становить 14 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 13,5 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 14,9 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація Cu становить 10 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 8,6 мкг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, вище села) до 12,8 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста). Середня концентрація Cu у воді притоки – р. Мерла становить 17,1 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 13,3 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 20,8 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Середня концентрація Cu у воді р. Сула в період літньо-осінньої межені зменшується порівняно з весняною повинню, та становить 13,3 мкг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.11), змінюючись у межах від 13,0 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до 13,6 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста). Середня концентрація Cu у воді притоки – р. Удай, також

зменшується і становить  $3,2 \text{ мкг/дм}^3$ , коливаючись від  $2,9 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $3,5 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (додаток Д.2).

У воді р. Псел середня концентрація  $\text{Cu}$  в період літньо-осінньої межені зменшується і становить  $6,2 \text{ мкг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $3,0 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста) до  $11,1 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста). Середня концентрація  $\text{Cu}$  у воді притоки – р. Хорол також зменшується і становить  $11,5 \text{ мкг/дм}^3$ , змінюючись від  $9,4 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до  $13,6 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Середня концентрація  $\text{Cu}$  в період літньо-осінньої межені, у воді р. Ворскла зменшується, порівняно з весняною повинню, та становить  $9,2 \text{ мкг/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $6,9 \text{ мкг/дм}^3$  (с. Чернеччина, вище села) до  $12,0 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води). Середня концентрація  $\text{Cu}$  у воді притоки – р. Мерла, зменшується і становить  $14,4 \text{ мкг/дм}^3$ , коливаючись від  $13,3 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $15,4 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені у воді р. Сула середня концентрація  $\text{Cu}$  дещо збільшується та становить  $14,4 \text{ мкг/дм}^3$  (див. табл. 5.11), змінюючись у межах від  $12,9 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $15,9 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація  $\text{Cu}$  у воді притоки – р. Удай також збільшується та становить  $8,5 \text{ мкг/дм}^3$ , при коливаннях від  $7,9 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $9,2 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (додаток Д.3).

У воді р. Псел в період зимової межені середня концентрація  $\text{Cu}$  дещо зменшується та становить  $6,0 \text{ мкг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $2,2 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Гадяч 1,0 км вище міста) до  $10,1 \text{ мкг/дм}^3$  (с. Запсілля, в межах села). Середня концентрація  $\text{Cu}$  у воді притоки – р. Хорол, зменшується і становить  $10,2 \text{ мкг/дм}^3$ , змінюючись від  $10,1 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до  $10,4 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Середня концентрація  $\text{Cu}$  у воді р. Ворскла в період зимової межені зменшується та становить  $8,9 \text{ мкг/дм}^3$ , змінюючись від  $5,1 \text{ мкг/дм}^3$  (с. Чернеччина, вище села) до  $14,8 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скидів стічних вод). Середня концентрація  $\text{Cu}$  у воді притоки – р. Мерла дещо збільшується та становить  $14,4 \text{ мкг/дм}^3$ , коливаючись від  $13,5 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $15,3 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

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

У природні води марганець надходить у результаті вилуговування залізомарганцевих руд та інших мінералів, які містять марганець. Певна його кількість надходить у процесі розкладення залишків водних тваринних та рослинних організмів, особливо синьо-зелених водоростей, вищих водних рослин, а також зі стічними водами металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості та із шахтними водами.

Головна форма міграції Mn у поверхневих водах – зависла. Її склад зумовлюється, в свою чергу, складом порід, які дрениуються водами. Головні фактори, які впливають на перехід марганцю з розчиненого у завислий стан – це значення рН 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 водяної рослинності, а також процеси осадження на дно водних об'єктів. Роль марганцю в житті вищих рослин і водоростей природних вод велика: він сприяє утилізації діоксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>) рослинами, бере участь у процесах відновлення нітратів та асиміляції азоту рослинами, а також у деяких інших біохімічних процесах [58, 139].

У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація марганцю становить 131,4 мкг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.11) змінюючись у межах від 118,5 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до 144,4 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста). Середня концентрація Mn у воді притоки – р. Удай становить 25,6 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 21,1 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 30,1 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки 1,0 км нижче міста) (додаток Д.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація Mn становить 100,5 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 50 мкг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села) до 211,5 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 6,0 км нижче міста). Концентрація Mn у воді притоки р. Хорол становить 86,3 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 81,0 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 91,5 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація Mn становить 80,7 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 41,5 мкг/дм<sup>3</sup>

(с. Чернеччина, вище села) до  $121,2 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод).

Середня концентрація Mn у воді р. Сула в період літньо-осінньої межені зменшується, порівняно з весняною повинню, та становить  $110,1 \text{ мкг/дм}^3$  (див. табл. 5.11), змінюючись у межах від  $93,2 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до  $127,1 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста). Середня концентрація Mn у воді притоки – р. Удай, збільшується та становить  $39,8 \text{ мкг/дм}^3$ , коливаючись від  $35,0 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $44,6 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток Д.2).

У воді р. Псел середня концентрація Mn в період літньо-осінньої межені зменшується і становить  $85,6 \text{ мкг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $72,4 \text{ мкг/дм}^3$  (с. Запсілля, в межах села) до  $101 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста). Середня концентрація Mn у воді притоки – р. Хорол збільшується і становить  $153 \text{ мкг/дм}^3$ , змінюючись від  $134,7 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до  $171,4 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Середня концентрація Mn в період літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла зменшується порівняно з весняною повинню та становить  $71,7 \text{ мкг/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $42,7 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Полтава 2,3 км нижче міста) до  $90,7 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води).

В період зимової межені у воді р. Сула, середня концентрація Mn збільшується та становить  $225,6 \text{ мкг/дм}^3$  (див. табл. 5.11), змінюючись у межах від  $215,1 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до  $236,2 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста). Середня концентрація Mn у воді притоки – р. Удай дещо зменшується та становить  $35,7 \text{ мкг/дм}^3$ , при коливаннях від  $31,9 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до  $39,5 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток Д.3).

У воді р. Псел в період зимової межені середня концентрація Mn збільшується та становить  $94,3 \text{ мкг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $31,0 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста) до  $131,3 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста). Середня концентрація Mn у воді притоки р. Хорол дещо збільшується і становить  $153,1 \text{ мкг/дм}^3$ , змінюючись від  $138,8 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $167,3 \text{ мкг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація Mn у воді р. Ворскла в період зимової межені збільшується та становить  $104,8 \text{ мкг/дм}^3$ , змінюючись від

58,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод) до 196,9 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, в межах села).

**Цинк (Zn).** Досить поширений у природі та зустрічається у невеликій кількості у всіх породах вулканічного походження. Майже всі сполуки цинку, крім ZnF, добре розчинні у воді. Внаслідок цього, на відміну від міді й свинцю, цинк більш поширений у водах. Надходить у природні води у результаті процесів руйнування та розщеплення гірських порід та мінералів, а також зі стічними водами рудозбагачувальних фабрик та гальванічних цехів, виготовлення мінеральних фарб та ін.

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>) [58, 139].

У воді р. Сула під час весняної повені, середня концентрація цинку становить 59,1 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.11) змінюючись у межах від 55,3 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до 62,8 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста). Середня концентрація Zn у воді притоки, р. Удай, становить 31,1 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 27,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 34,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток Д.1).

У воді р. Псел під час весняної повені, середня концентрація Zn становить 53,1 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 15,0 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста) до 85,9 мг/дм<sup>3</sup> (м. Суми, 0,5 км вище міста). Концентрація Zn у воді притоки – р. Хорол, становить 13,4 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 11,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до 15,2 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація Zn становить 22,1 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 10,4 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, в межах міста) до 49,04 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста). Середня концентрація Zn у воді притоки, р. Мерла, становить 10,8 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 9,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 12,1 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Середня концентрація Zn у воді р. Сула в період літньо-осінньої межені дещо збільшується, порівняно з весняною повинню, та



становить 60,7 мкг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.11), змінюючись у межах від 53,2 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до 68,2 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста). Середня концентрація Zn у воді притоки – р. Удай, дещо зменшується та становить 31,1 мкг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 27,2 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки 1,0 км нижче міста) до 34,9 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки 0,8 км вище міста) (додаток Д.2).

У воді р. Псел середня концентрація Zn в період літньо-осінньої межени зменшується і становить 48,4 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 31,0 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста) до 63,6 мкг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села). Середня концентрація Zn у воді притоки – р. Хорол збільшується і становить 19,6 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 18,5 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 20,8 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація Zn в період літньо-осінньої межени у воді р. Ворскла збільшується порівняно з весняною повинню та становить 27,0 мкг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях в межах від 8,3 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод) до 68,7 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста). Середня концентрація Zn у воді притоки – р. Мерла дещо зменшується і становить 10,3 мкг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 9,4 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 11,1 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межени у воді р. Сула середня концентрація Zn дещо зменшується та становить 58,3 мкг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.11), змінюючись у межах від 56,2 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 60,3 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація Zn у воді притоки – р. Удай також зменшується та становить 25,6 мкг/дм<sup>3</sup>, при коливаннях від 23,4 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 27,8 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток Д.3).

У воді р. Псел, в період зимової межени, середня концентрація Zn дещо зменшується та становить 46,8 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 20,3 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста) до 74,5 мкг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села). Середня концентрація Zn у воді притоки р. Хорол збільшується і становить 20,2 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 19,2 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до 21,1 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Середня концентрація Zn у воді р. Ворскла в період зимової межени збільшується та становить 28,1 мкг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 12,3 мкг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод) до

71,5 мг/дм<sup>3</sup> (м. Кобеляки, в межах міста). Середня концентрація Zn у воді притоки – р. Мерла, дещо зменшується та становить 9,9 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 9,25 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до 10,6 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

## 5.7. Специфічні забруднювальні речовини

**Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)** – речовини, здатні адсорбуватися на поверхнях розподілу фаз і знижувати внаслідок цього їх поверхневу енергію (поверхневий натяг). Гранично-допустима концентрація СПАР для водойм господарсько-питного використання становить 0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація СПАР становить 0,11 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 5.12). Середня концентрація СПАР у воді притоки – р. Удай становить 0,18 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,18 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 0,18 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки 1,0 км нижче міста) (додаток Е.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація СПАР становить 0,14 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,11 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гдяч, 8,0 км нижче міста) до 0,16 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 1,0 км вище міста). Концентрація СПАР у воді притоки – р. Хорол, становить 0,08 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,02 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 0,15 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація СПАР становить 0,13 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,09 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, в межах села) до 0,25 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, вище села). Середня концентрація СПАР у воді притоки – р. Мерла становить 0,13 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,12 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 0,13 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

Середня концентрація СПАР у воді р. Сула в період літньо-осінньої межені зменшується, порівняно з весняною повінню, та становить 0,13 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.12), змінюючись у межах від 0,12 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до 0,13 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста). Середня концентрація СПАР у воді притоки – р. Удай також зменшується та становить 0,10 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 0,08 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) до 0,12 мг/дм<sup>3</sup> (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) (додаток Е.2).

Таблиця 5.12

Середні, мінімальні та максимальні концентрації специфічних забруднювальних речовин у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період 1989-2009 рр., мг/дм<sup>3</sup>

Річка	СПАР	Нафтопродукти
Весняна повінь		
р. Сула	0,110	<u>0,012</u> 0,011 – 0,013
р. Удай	<u>0,180</u> 0,180 – 0,181	<u>0,011</u> 0,011 – 0,012
р. Псел	<u>0,135</u> 0,110 – 0,162	<u>0,018</u> 0,012 – 0,040
р. Хорол	<u>0,083</u> 0,016 – 0,150	<u>0,011</u> 0,011 – 0,012
р. Ворскла	<u>0,125</u> 0,090 – 0,252	<u>0,020</u> 0,010 – 0,041
р. Мерла	<u>0,125</u> 0,120 – 0,130	<u>0,016</u> 0,015 – 0,017
Літньо-осіння межень		
р. Сула	<u>0,125</u> 0,120 – 0,130	<u>0,015</u> 0,013 – 0,017
р. Удай	<u>0,097</u> 0,077 – 0,117	<u>0,016</u> 0,014 – 0,018
р. Псел	<u>0,119</u> 0,025 – 0,131	<u>0,014</u> 0,010 – 0,020
р. Хорол	<u>0,130</u> 0,130 – 0,131	<u>0,036</u> 0,026 – 0,047
р. Ворскла	<u>0,133</u> 0,100 – 0,200	<u>0,019</u> 0,015 – 0,028
р. Мерла	<u>0,125</u> 0,110 – 0,140	<u>0,016</u> 0,016 – 0,017
Зимова межень		
р. Сула	<u>0,125</u> 0,121 – 0,130	<u>0,023</u> 0,017 – 0,030
р. Удай	<u>0,177</u> 0,175 – 0,180	0,010
р. Псел	<u>0,123</u> 0,095 – 0,170	<u>0,017</u> 0,013 – 0,021
р. Хорол	<u>0,150</u> 0,140 – 0,160	<u>0,029</u> 0,025 – 0,034
р. Ворскла	<u>0,137</u> 0,090 – 0,170	<u>0,031</u> 0,015 – 0,050
р. Мерла	0,140	<u>0,021</u> 0,017 – 0,025

Примітка\* середні значення для річок підкреслені

У воді р. Псел середня концентрація СПАР в період літньо-осінньої межені зменшується і становить  $0,12 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,03 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 1,0 км вище міста) до  $0,13 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста). Середня концентрація СПАР у воді притоки – р. Хорол збільшується і становить  $0,13 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $0,13 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,13 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація СПАР в період літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла збільшується порівняно з весняною повинню та становить  $0,13 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях в межах від  $0,10 \text{ мг/дм}^3$  (с. Чернеччина, в межах села; м. Полтава, 2,3 км нижче міста) до  $0,20 \text{ мг/дм}^3$  (м. Кобеляки, в межах міста). Середня концентрація СПАР у воді притоки – р. Мерла майже не змінюється і становить  $0,13 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $0,11 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до  $0,14 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені у воді р. Сула середня концентрація СПАР майже не змінюється, порівняно з зимовою меженню, та становить  $0,13 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.12), змінюючись у межах від  $0,12 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,13 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація СПАР у воді притоки – р. Удай, збільшується та становить  $0,18 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від  $0,18 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $0,18 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (додаток Е.3).

У воді р. Псел в період зимової межені середня концентрація СПАР збільшується та становить  $0,12 \text{ мг/дм}^3$ , що перевищує рівень ГДК у 1,2 рази, змінюючись у межах від  $0,10 \text{ мг/дм}^3$  (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста) до  $0,17 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 0,5 км вище міста). Середня концентрація СПАР у воді притоки р. Хорол збільшується і становить  $0,15 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $0,14 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,16 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація СПАР у воді р. Ворскла в період зимової межені дещо збільшується та становить  $0,14 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $0,09 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче міста) до  $0,17 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод). Середня концентрація СПАР у воді притоки – р. Мерла, збільшується та становить  $0,14 \text{ мг/дм}^3$ .

**Нафтопродукти** – суміші газоподібних, рідких і твердих вуглеводів різних класів, які видобуваються з нафти і нафтових сукупних газів.

У воді р. Сула під час весняної повені середня концентрація нафтопродуктів становить  $0,012 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.12), змінюючись у межах від  $0,011 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста) до  $0,013 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста). Середня концентрація нафтопродуктів у воді притоки – р. Удай становить  $0,011 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях від  $0,011 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $0,012 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (додаток Е.1).

У воді р. Псел під час весняної повені середня концентрація нафтопродуктів становить  $0,018 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,012 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 6,0 км нижче міста) до  $0,040 \text{ мг/дм}^3$  (с. Запсілля, в межах села). Концентрація нафтопродуктів у воді притоки – р. Хорол становить  $0,011 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $0,011 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста) до  $0,012 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста).

Під час весняної повені у воді р. Ворскла середня концентрація нафтопродуктів становить  $0,020 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,010 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду стічних вод) до  $0,041 \text{ мг/дм}^3$  (м. Полтава, 1,5 км вище міста). Середня концентрація нафтопродуктів у воді притоки – р. Мерла, становить  $0,016 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $0,015 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до  $0,017 \text{ мг/дм}^3$  (м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

Середня концентрація нафтопродуктів у воді р. Сула в період літньо-осінньої межені збільшується порівняно з весняною повінню, та становить  $0,015 \text{ мг/дм}^3$  (див. табл. 5.12), змінюючись у межах від  $0,013 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $0,017 \text{ мг/дм}^3$  (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація нафтопродуктів у воді притоки – р. Удай зменшується та становить  $0,016 \text{ мг/дм}^3$ , коливаючись від  $0,014 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 1,0 км нижче міста) до  $0,018 \text{ мг/дм}^3$  (м. Прилуки, 0,8 км вище міста) (додаток Е.2).

У воді р. Псел середня концентрація нафтопродуктів в період літньо-осінньої межені зменшується і становить  $0,014 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись у межах від  $0,010 \text{ мг/дм}^3$  (с. Запсілля, в межах села) до  $0,020 \text{ мг/дм}^3$  (м. Суми, 6,0 км нижче міста). Середня концентрація нафтопродуктів у воді притоки – р. Хорол збільшується і становить  $0,036 \text{ мг/дм}^3$ , змінюючись від  $0,026 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до  $0,047 \text{ мг/дм}^3$  (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація нафтопродуктів в період літньо-осінньої межені у воді р. Ворскла дещо зменшується, порівняно з весняною повінню, та становить  $0,019 \text{ мг/дм}^3$ , при коливаннях в межах від

0,015 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води) до 0,028 мг/дм<sup>3</sup> (с. Чернеччина, вище села). Середня концентрація нафтопродуктів у воді притоки – р. Мерла, не змінюється і становить 0,016 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 0,016 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста) до 0,017 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста).

В період зимової межені у воді р. Сула середня концентрація нафтопродуктів збільшується порівняно з зимовою меженню, та становить 0,023 мг/дм<sup>3</sup> (див. табл. 5.12), змінюючись у межах від 0,017 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,5 км вище міста) до 0,030 мг/дм<sup>3</sup> (м. Лубни, 0,2 км нижче міста). Середня концентрація нафтопродуктів у воді притоки – р. Удай, зменшується та становить 0,010 мг/дм<sup>3</sup> (додаток Е.2).

У воді р. Псел, в період зимової межені, середня концентрація нафтопродуктів збільшується та становить 0,017 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись у межах від 0,013 мг/дм<sup>3</sup> (м. Гадяч, 8,0 км нижче міста) до 0,021 мг/дм<sup>3</sup> (с. Запсілля, в межах села). Середня концентрація нафтопродуктів у воді притоки р. Хорол зменшується і становить 0,029 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,025 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 0,5 км вище міста) до 0,034 мг/дм<sup>3</sup> (м. Миргород, 4,0 км нижче міста).

Середня концентрація нафтопродуктів у воді р. Ворскла в період зимової межені збільшується та становить 0,031 мг/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 0,015 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 1,5 км вище міста) до 0,050 мг/дм<sup>3</sup> (м. Полтава, 1,5 км вище міста). Середня концентрація нафтопродуктів у воді притоки – р. Мерла, також збільшується та становить 0,021 мг/дм<sup>3</sup>, коливаючись від 0,017 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до 0,025 мг/дм<sup>3</sup> (м. Богодухів, 1,0 км вище міста).

## **Висновки до розділу 5**

1. Серед досліджених річок Лівобережного Лісостепу найвища *середньорічна* (1989-2009 рр.) мінералізація води характерна для р. Сула – 780,1 мг/дм<sup>3</sup>, потім слідує р. Ворскла – 736,3 мг/дм<sup>3</sup> і р. Псел – 698,1 мг/дм<sup>3</sup>. Серед приток – найвища середньорічна мінералізація води характерна для р. Хорол (притока Псла) – 954,4 мг/дм<sup>3</sup>. Згідно класифікації природних вод за мінералізацією В.К. Хільчевського води досліджуваних річок належать до прісних з підвищеною мінералізацією.

2. У *внутрішньорічному режимі* за всіма створами прослідковується зростання мінералізації річкових вод та вмісту

головних іонів від весняної повені до зимової межені, що вказує на зв'язок гідрохімічного і гідрологічного режимів. Причому, мінералізація води р. Хорол взимку може сягати  $1129,2 \text{ мг/дм}^3$ , що робить воду слабосолоною – не придатною в цей сезон для централізованого водопостачання.

3. Найбільша амплітуда в коливаннях між середнім весняним мінімумом мінералізації води і середнім зимовим максимумом характерна для р. Сула – близько  $210 \text{ мг/дм}^3$  (від  $658,78 \text{ мг/дм}^3$  до  $870 \text{ мг/дм}^3$ ), тобто спостерігається сезонне зростання на 32 %. На 25 % таке зростання відзначається для р. Хорол (притока Псла) – від  $843,12 \text{ мг/дм}^3$  (весняна повінь) до  $1053 \text{ мг/дм}^3$  (зимова межень). Для інших річок амплітуда сезонних коливань мінералізації води знаходиться в межах 14-17%.

4. Прослідковується вплив населених пунктів на зростання вмісту головних іонів і мінералізації води для кожного сезону. У переважній більшості створів, розташованих нижче міст, мінералізація води стає вищою, ніж у тих, що розташовані вище міст. Зростання мінералізації води становить від кількох одиниць  $\text{мг/дм}^3$  до кількох десятків  $\text{мг/дм}^3$ .

5. Для біогенних речовин (сполуки азоту, фосфору, кремнію) у воді річок Лівобережного Лісостепу, на відміну від головних іонів, чіткі закономірності у внутрішньорічному режимі не проявилися. Можна говорити лише про певну тенденцію до зниження вмісту біогенних речовин у воді навесні і влітку (у вегетаційний період) та її зростання взимку.

6. Для мікроелементів та специфічних забруднювальних речовин у воді досліджуваних річок внутрішньорічний режим не проявився зовсім.

7. У багаторічному режимі протягом всього періоду досліджень (1946-2009 рр.) для річок Лівобережного Лісостепу спостерігалось значне зростання мінералізації води.

8. В зміні за багаторіччя середньорічних значень мінералізації води і концентрацій головних іонів для Сули, Псла і Ворскли можна виділити 3 характерні періоди, які кореспондуються з багаторічними змінами гідрологічного режиму, передусім мінімального стоку:

- перший період (умовного гідрохімічного фону, 1946-1979 рр.), характеризується малою мінералізацією і сталим гідрокарбонатно-кальцієвим складом води  $C_{\text{IIб}}^{\text{Ca}}$  ;

- другий період (трансформаційний, 1980-1993рр.), характеризується підвищенням мінералізації води і відчутною зміною в складі головних іонів на рівні груп і типів з  $C_{II6}^{Ca}$  на  $C_{I6}^{CaNa}$ ;

- третій період (сучасний, 1994-2009 рр.), характеризується незначним падінням мінералізації води та стабілізацією гідрохімічного режиму річок.

9. В сезонному розрізі найзначніше багаторічне зростання мінералізації річкових вод Лівобережного Лісостепу (за рахунок збільшення вмісту сульфатів, хлоридів і натрію) характерне для весняної повені, обсяги якої, в результаті внутрішньорічного перерозподілу стоку, зменшилися і, відповідно, в цей період зростає частка живлення більш мінералізованими підземними водами.

10. Трансформаційні гідрохімічні процеси, які стосуються головних іонів, призводять до зміни хімічного типу досліджуваних річкових вод: з групи кальцію на групу натрію, типів (з I та II типів, які характерні для більшості річкових вод України, на III тип – які є змішаними і метаморфізованими, формуються в результаті катіонного обміну при взаємодії води і ґрунту), а також підтипів.



## РОЗДІЛ 6

### ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ РІЧКОВИХ ВОД

#### 6.1. Загальні положення оцінки якості річкових вод

Якість води характеризує відповідність хімічного складу і властивостей води вимогам конкретних водокористувачів. Для її визначення встановлені критерії якості води, якими є спеціальні ознаки (чи показники), величини (чи концентрації) яких у воді науково обґрунтовані і гарантують той чи інший рівень якості води відповідно до вимог конкретного користувача.

Якість води прямо впливає на всі практичні види водокористування. Виживання і різноманіття риб, рекреаційні заходи, промислові та індивідуальні запаси питної води, сільськогосподарські роботи тощо залежать від умов, які існують у водному об'єкті. Погіршення якості води часто є поштовхом до конфлікту у водорозподілі, оскільки погіршення якості води означає, що її використання неможливе або небезпечне.

Поняття «якість води» має динамічний характер. Оскільки розширюється перелік показників при оцінці якості води, зростає антропогенний вплив на навколишнє середовище, змінюється і поняття «якість води». Якісний стан поверхневих вод визначається багатьма факторами навколишнього середовища, що ускладнює вивчення процесу формування якості води.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод враховує сучасний стан водного об'єкта, дозволяє з'ясувати тенденції змін якості вод у часі і просторі, слугує основою для визначення антропогенного навантаження та ефективності водоохоронних заходів.

Для екологічної оцінки якості річкових вод території Лівобережного Лісостепу застосовувалася міжвідомча «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [83], яка є нормативною в Україні. Вона розроблена на виконання ст. 20 Закону України «Про охорону навколишнього середовища» та відповідно до вимог статей 35 та 37 «Водного кодексу України» щодо розробки нормативних документів у галузі охорони, раціонального використання та відтворення водних ресурсів, а також з урахуванням вимог «Директив Європейського Союзу про поетапне застосування санітарних, екологічних,

ветеринарних і фіто-санітарних норм» і міжнародних стандартів [23, 105].

Відповідно до методики, характеристика якості поверхневих вод здійснюється на основі екологічної класифікації, що включає широкий набір показників, які об'єднані в три блоки:

- 1) сольовий склад (головні іони та мінералізація води) –  $I_1$ ;
- 2) трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники якості води (рН; концентрація азоту – амонійного, нітритного, нітратного; фосфати; біохімічне споживання кисню – БСК; хімічне споживання кисню – ХСК) –  $I_2$ ;
- 3) специфічні речовини токсичної дії (синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), важкі метали, нафтопродукти, феноли) –  $I_3$ .

Екологічна оцінка якості води складається з кількох етапів: по-перше, визначаються індекси якості води для кожного з трьох блоків ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ); по-друге, виконується об'єднана оцінка якості води за допомогою інтегрального екологічного індексу  $I_E$  (обчислюється як середнє з суми  $I_1 + I_2 + I_3$ ); по-третє, за допомогою цих індексів визначається приналежність вод до певного класу та категорії якості води. Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюється для середніх і для найгірших значень категорій окремо:  $I_{Eсер}$  та  $I_{Eмакс}$ .

За допомогою цих індексів визначається приналежність вод до певного класу та категорії якості води з використанням відповідних класифікацій за критеріями сольового складу води, трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) та вмістом специфічних речовин токсичної та радіаційної дії [56, 57, 83, 84].

Комплекс екологічних класифікацій якості води має гнучку систему ранжування критеріїв якості води. В 6-ти випадках з 8-ми вони нараховують 5 класів і одночасно 7 категорій якості води. Поділ усього спектру величин показників якості поверхневих вод України на 5 класів відповідає вимогам проекту «Водної рамкової директиви Європейського Союзу» (2000/60 EC) [105, 149, 150, 151] і співпадає з такою ж кількістю класів у класифікаціях якості води у багатьох європейських країнах.

Якість поверхневих вод України здебільшого відповідає II і III класам, тому кожен з цих класів поділений ще на дві категорії. Тому наявність в екологічній класифікації якості води шкали із семи категорій дозволяє не тільки усувати невизначеність щодо

приналежності вод, які знаходяться на межі класів, а і чітко поділяти води за якістю в межах найпоширеніших в Україні II і III класів.

Методика зручна у використанні оскільки, в її основу покладено показники якості води, які в переважній більшості визначаються в моніторингових системах Гідрометслужби, Держводагенства та Мінприроди України [9].

Корисним доповненням до «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [83] є «Методика картографування екологічного стану поверхневих вод [84], яка дає змогу проілюструвати отримані оцінки якості води.

## **6.2. Оцінка якості води за критеріями мінералізації води та забрудненням компонентами сольового складу**

За критерієм мінералізації переважна більшість річкових вод території Лівобережного Лісостепу належить до прісних олігогалинних вод (2 категорія, I клас якості). Проте, як показали дослідження (див.розд. 5.3 ), мінералізація води р.Хорол у період літньо-осінньої та зимової межени часто перевищує  $1000 \text{ мг/дм}^3$ , тобто відноситься до солонуватих  $\beta$ -мезогалинних вод (3 категорія, II клас якості).

Вміст хлоридів у річкових водах Лівобережного Лісостепу коливається у широких межах. У воді річок басейну р.Сула концентрація хлоридних іонів змінюється від  $50 \text{ мг/дм}^3$  (р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $196 \text{ мг/дм}^3$  (р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста), що відповідає 3-5 категоріям II-III класів якості вод. Дещо більший діапазон коливань концентрацій  $\text{Cl}^-$  у річкових водах басейну р. Псел – від  $28 \text{ мг/дм}^3$  (р. Псел – м.Суми, 0,5 км вище міста) до  $241 \text{ мг/дм}^3$  (р. Хорол – м.Миргород, 4,0 км нижче міста), що відповідає 2-6 категоріям II-IV класів якості вод. Середній вміст хлоридів у річкових водах басейну р. Ворскла серед інших річкових басейнів має найвищі значення, при коливаннях від  $45 \text{ мг/дм}^3$  (р. Ворскла – с.Чернетчина, в межах села) до  $346 \text{ мг/дм}^3$  (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста), що відповідає 3-7 категоріям II-V класів якості вод.

Середній багаторічний показник вмісту сульфатних іонів у воді річок басейну Сули дещо вищий, ніж хлоридів і коливається від  $56 \text{ мг/дм}^3$  (р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста) до  $228,7 \text{ мг/дм}^3$  (р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста), що відповідає 2-6

категоріям II-IV класів якості вод. Концентрація сульфатів у річкових водах басейну Псла також мають підвищені значення і змінюються від 54 мг/дм<sup>3</sup> (р. Псел – с. Запсілля, в межах села) до 302 мг/дм<sup>3</sup> (р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста), що відповідає 2-7 категоріям II-V класів якості вод. Натомість, частка сульфатних іонів у сольовому складі води річок басейну Ворскли зменшується і їх концентрації коливаються в межах від 64 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста) до 194 мг/дм<sup>3</sup> (р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста), що відповідає 2-5 категоріям II-III класів якості вод.

Середні багаторічні величини інтегрального показника  $I_1$  змінюються в межах : 3,1-3,3 – в басейні р. Сула; 2,9-4,0 – в басейні р. Псел та 3,0-3,5 – в басейні р. Ворскла (рис. 6.1). Тому за критерієм забруднення компонентами сольового складу якість річкових вод території Лівобережного Лісостепу характеризується в основному 3-ю категорією II класу якості води (води добрі за екологічним станом та досить чисті за ступенем забрудненості).

В окремі роки (р. Сула – 1992, 1996-1998, 2001 рр.; р. Удай – 1989, 1991, 1997, 1998, 2001-2004 рр.; басейн р. Псел – 1992, 2008, 2009 рр., р. Ворскла – 1989, 1992, 1996, 2008 рр., р. Мерло – 1989, 1992, 1996, 2003, 2005, 2006, 2008 рр.) якість річкових вод є нижчою і характеризується 4-ю категорією III класу якості (води задовільні за станом та слабо забруднені за ступенем їх чистоти).

Серед досліджуваних річок найгіршим гідроекологічним станом за критерієм забруднення компонентами сольового складу вирізняється вода р. Хорол, якість якої у період з 1989 р. по 1992 р. часто характеризується 5-ю категорією III класу, тобто відноситься до вод посередніх за станом та помірно забруднених за ступенем чистоти.

Погіршена якість води р. Хорол за показником  $I_1$  впливає на гідроекологічний стан р. Псел. Просторовий аналіз кожної окремої річки території досліджень дає змогу виявити закономірність збільшення показника  $I_1$  по довжині річки – від витока до гирла (рис. 6.2).

Аналіз багаторічної динаміки інтегральної величини  $I_1$  показав незначну загальну тенденцію покращення якості річкової води басейну р. Сула та погіршення – у басейнах р. Псел та р. Ворскла (рис. 6.3).

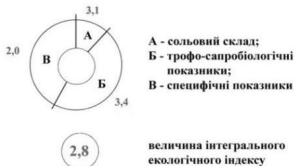


**Екологічна оцінка якості води за відповідними категоріями**

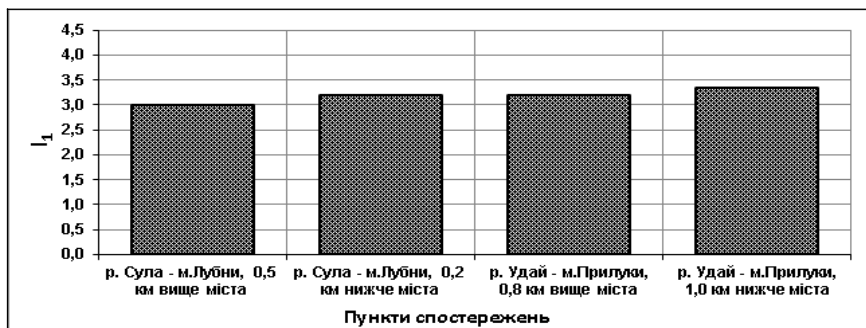
За сольовим складом, трофо-сапробіологічними показниками, специфічними показниками токсичної дії

Клас якості вод	Категорія якості вод	Характеристика вод за якістю
☐	I	1 відмінні
▤	II	2 дуже добрі
▥		3 добрі
▦	III	4 задовільні
▧		5 посередні
▨	IV	6 погані
▩	V	7 дуже погані

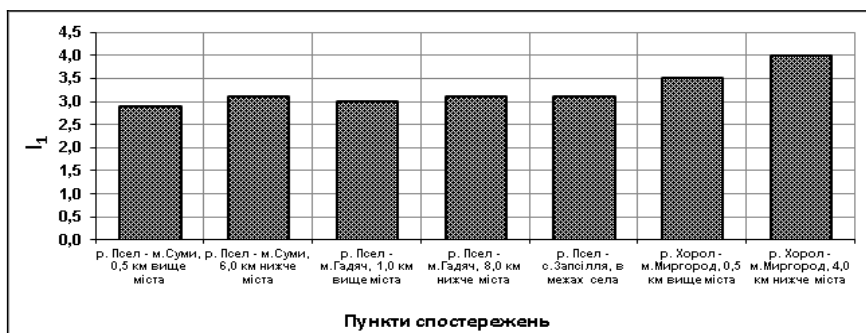
За блоковими індексами



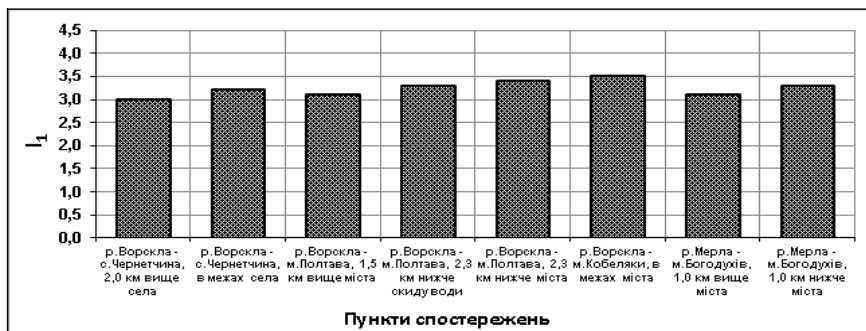
**Рис. 6.1. Екологічна оцінка якості річкових вод Лівобережного Лісостепу за середньорічними показниками, 1989-2009 рр.**



А

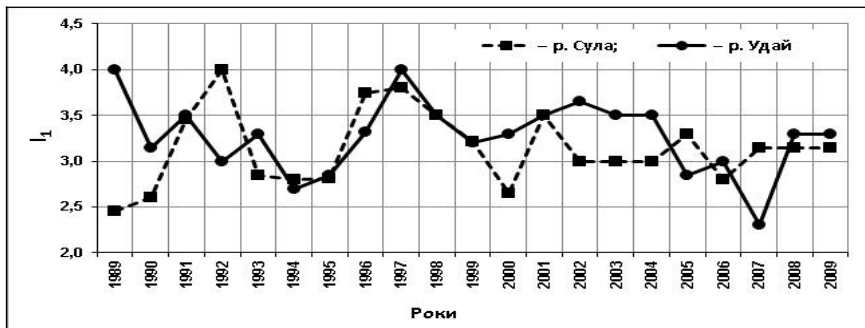


Б

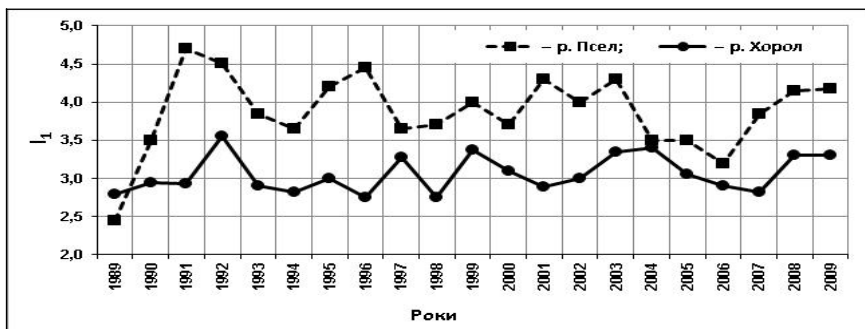


В

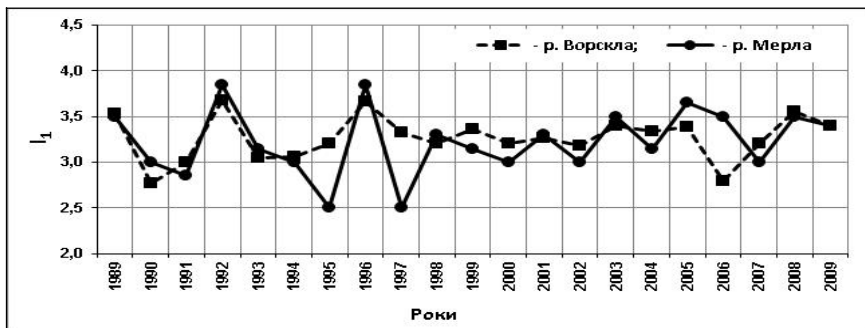
Рис. 6.2. Просторова динаміка якості вод по довжині річок Сула (А), Псел (Б), Ворскла (В) та їх приток за середніми значеннями блокового індексу  $I_1$ , 1989-2009 рр.



А



Б



В

Рис. 6.3. Хронологічна динаміка якості річкових вод басейнів р. Сула (А), р. Псел (Б) та р. Ворскла (В) за середньорічними значеннями блокового індексу  $I_1$ , 1989-2009 рр.

### **6.3. Оцінка якості води за еколого-санітарними показниками**

Екологічна оцінка якості річкових вод за блоком еколого-санітарних показників ( $I_2$ ) виконувалася за гідрофізичними (завислі речовини, прозорість) та гідрохімічними (рН, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфор фосфатів, розчинений кисень, відносний вміст кисню, біхроматна окиснюваність,  $BCK_5$ ) показниками.

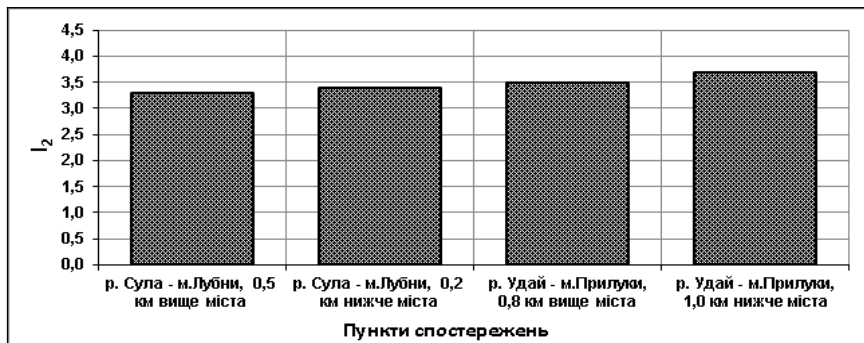
Середні багаторічні величини показника  $I_2$  змінюються в межах : 3,3-3,5 – в басейні р. Сула, трохи підвищуються в басейні р. Псел (до 3,3-3,9), а в басейні р. Ворскла сягають мінімальних значень, змінюючись в межах 2,3-3,2 (див. рис. 6.1). Тому за середньобагаторічними трофо-сапробіологічними показниками якість річкових вод території досліджень характеризується переважно 3-4 категорією II-III класу якості води (води добрі та задовільні за екологічним станом, досить чисті та слабко забруднені за ступенем чистоти), а за трофністю є мезо-евтрофними та евтрофними водами.

У просторовому відношенні найгіршим екологічним станом відзначається вода р. Сула поблизу м. Суми у створах 0,5 км вище міста та 6,0 км нижче міста, де середньобагаторічні величини  $I_2$  змінюються в межах 3,7-3,9, а в окремі сезони сягають величини 4,1-4,3. У воді р. Сула та р. Удай спостерігається тенденція до незначного збільшення вмісту трофо-сапробіологічних показників по довжині річки і, відповідно, підвищення величини інтегрального показника  $I_2$  у створах р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста та р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста. Така ж загальна тенденція характерна і для р. Ворскла, її притоки – р. Мерла, а також для р. Хорол (притока Псла) (рис. 6.4).

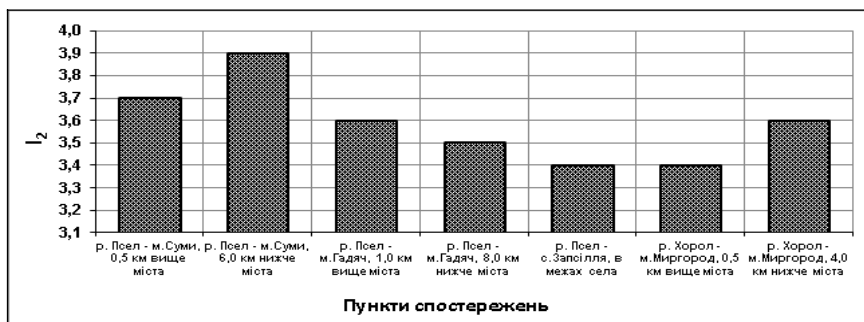
Щодо р. Псел, то у створі гідрохімічного поста поблизу м. Суми, 0,5 км вище міста (верхня течія) величина інтегрального показника  $I_2$  становить 3,7. У створі р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста вміст речовин трофо-сапробіологічного блоку сягає максимальних значень ( $I_2 = 3,9$ ). Далі по довжині р. Псел спостерігається поступово зменшення величини  $I_2$  і у створі р. Псел – с. Запсілля, в межах села сягає мінімальних значень – 3,4.

Аналіз багаторічної динаміки величин інтегрального показника  $I_2$  показав загальну тенденцію до покращення якості річкових вод території Лівобережного Лісостепу (рис. 6.5).





А

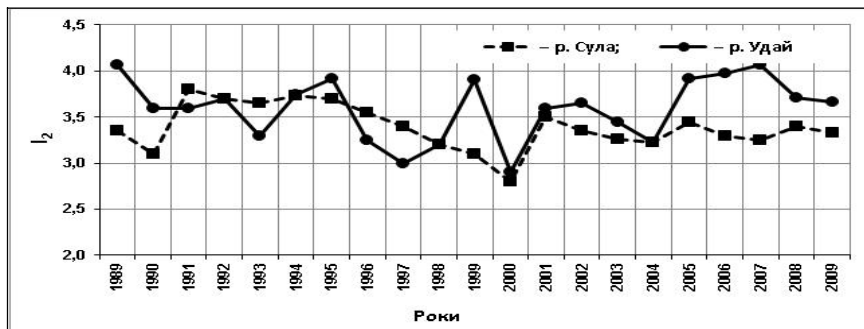


Б

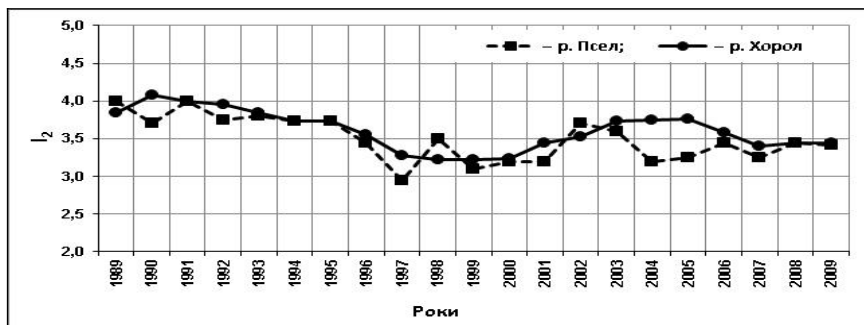


В

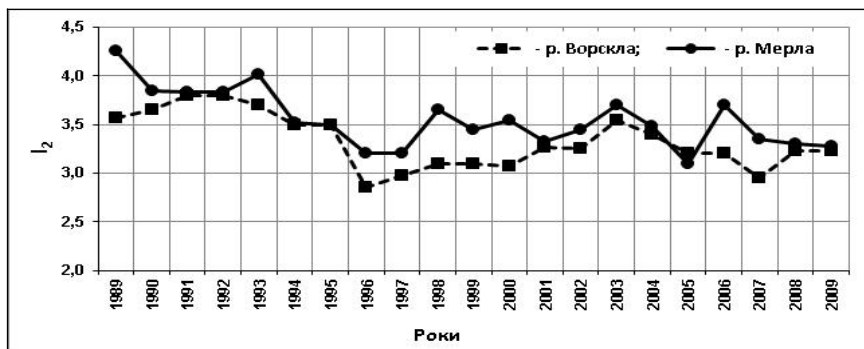
Рис. 6.4. Просторова динаміка якості вод по довжині річок Сула (А), Псел (Б), Ворокла (В) та їх приток за середніми значеннями блокового індексу  $I_2$ , 1989-2009 рр.



А



Б



В

Рис. 6.5. Хронологічна динаміка якості річкових вод басейнів р. Сула (А), р. Псел (Б) та р. Ворскла (В) за середньорічними значеннями блокового індексу  $I_2$ , 1989-2009 рр.

В окремі роки (басейн р. Сула – 1990, 1996-1998, 2003, 2004 рр., басейн р. Псел – 1997-2001, 2007-2009 рр.) якість річкових вод є дещо кращою і відповідає 3-ій категорії II класу якості (води добрі за станом та досить чисті за ступенем забрудненості).

У басейні Ворскли у період 1989-1996 рр. спостерігається динаміка поступового зменшення величини інтегрального показника  $I_2$  і, відповідно, покращення якості води. Починаючи з 1996 р до 2003 р вміст у воді речовин еколого-санітарного блоку знову дещо підвищується, зумовлюючи невелике погіршення якості води.

Для р. Псел та р. Ворскла у багаторічному розрізі характерною особливістю є поступова зміна величини інтегрального індексу  $I_2$ , що носить циклічний характер.

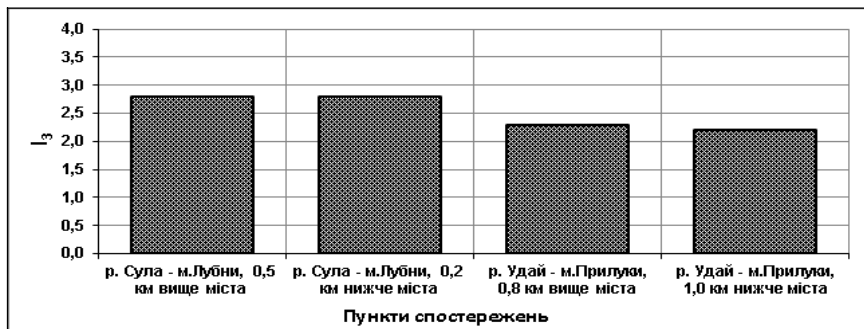
По всій довжині р. Ворскла між створами р. Ворскла – с. Чернеччина, 2,0 км вище села (верхня течія річки) та р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста (нижня ділянка річки), якість води залишається майже незмінною, з покращенням якості води з 1995 р (див. рис. 6.4).

Якість води р. Мерла є дещо гіршою ніж Ворскли і характеризується в основному 4-ою категорією III класу якості вод (води задовільні за станом та слабо забруднені за ступенем чистоти), лише у деякі роки якість води є кращою та характеризується 3-ою категорією II класу («добрі» за станом, «досить чисті» за ступенем забрудненості). Гіршою якістю води відзначаються еколого-санітарні показники у створі м. Богодухів (1,0 км нижче міста).

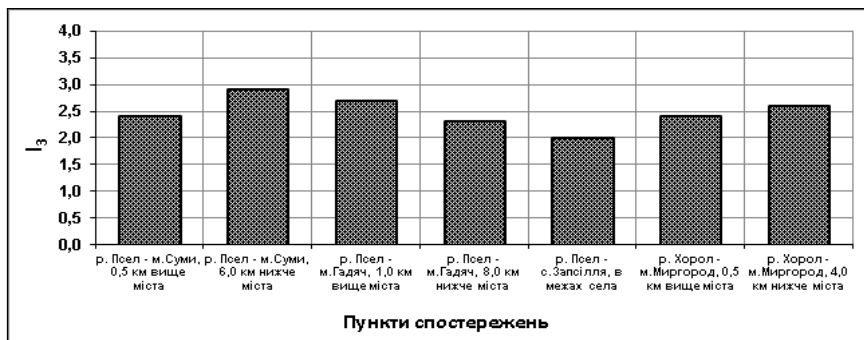
#### **6.4. Оцінка якості води за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії**

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).

За середніми багаторічними значеннями індексів блоку специфічних речовин води токсичної дії ( $I_3$ ) річкові води басейну р. Сула, р. Псел та р. Ворскла за досліджуваний період відповідали переважно 2-3 категоріям II класу якості, що характеризували води, як дуже добрі та добрі за станом і чисті та досить чисті за ступенем забрудненості (рис. 6.6).



А



Б



В

Рис. 6.6. Просторова динаміка якості вод по довжині річок Сула (А), Псел (Б), Ворскла (В) та їх приток за середніми значеннями блокового індексу  $I_3$ , 1989-2009 рр.

Багаторічний просторовий розподіл середньорічних індексів  $I_3$  засвідчив, що за досліджуваний період якість води р. Сула характеризується 2-ою, 3-ою, 4-ою категоріями відповідно II та III класу якості води («добрі» за станом, «чисті» за ступенем забрудненості та «задовільні» за станом, «слабко забруднені» за ступенем забрудненості).

У воді р. Сула з 1998 р. по 2009 р. спостерігається тенденція зростання середніх значень індексів блоку специфічних речовин води токсичної дії ( $I_3$ ), знижуючись від 2-ої категорії II класу якості води («дуже добрі» за станом, «чисті» за ступенем забрудненості) до 3-ої категорії II класу («добрі» за станом, «досить чисті» за ступенем забрудненості), а в деякі роки (1999, 2001, 2006 рр.) навіть до 4-ої категорії III класу якості води («задовільні» за станом, «слабко забруднені» за ступенем забрудненості) (рис. 6.7).

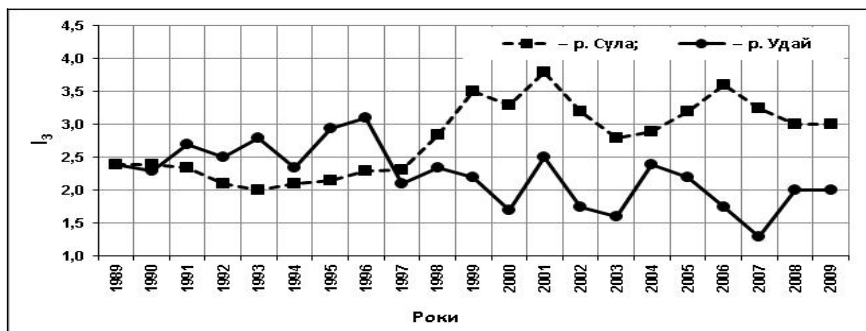
Якість води р. Удай помітно відрізняється нижчими середніми значеннями індексів блоку специфічних речовин води токсичної дії ( $I_3$ ), аніж якість води головної річки та характеризується в основному 2-ою категорією II класу якості води («дуже добрі» за станом, «чисті» за ступенем забрудненості).

Багаторічний просторовий розподіл середньорічних індексів  $I_3$  засвідчив, що вода р. Псел характеризується 2-ою, 3-ою та 4-ою категоріями відповідно II та III класу якості води (води дуже добрі, добрі та задовільні за станом, чисті, досить чисті та слабко забруднені за ступенем чистоти). Зокрема, період з 1999 р. по 2003 р. відзначається стрімким покращенням якості води з 3-ої до 2-ої категорії II класу.

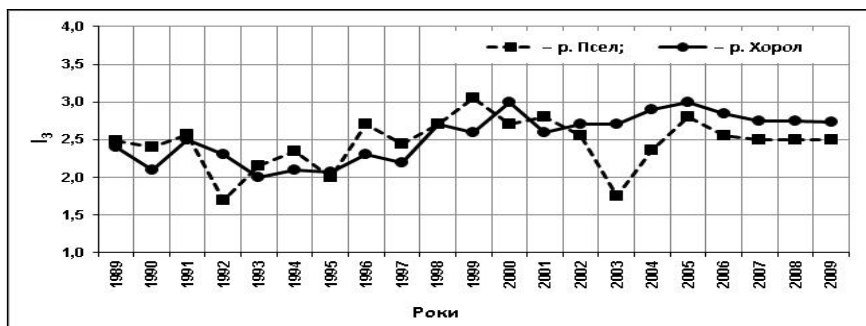
Найгіршими показниками якості води характеризується ділянка річки між створами м. Суми (0,5 км вище міста) та м. Суми (6,0 км нижче міста).

Багаторічний просторовий розподіл середньорічних значень блокових індексів ( $I_3$ ) показав, що за досліджуваний період якість води правої притоки р. Псел – р. Хорол характеризується 2-ою та 3-ою категоріями II класу якості вод («добрі» за станом, «чисті» за ступенем забрудненості).

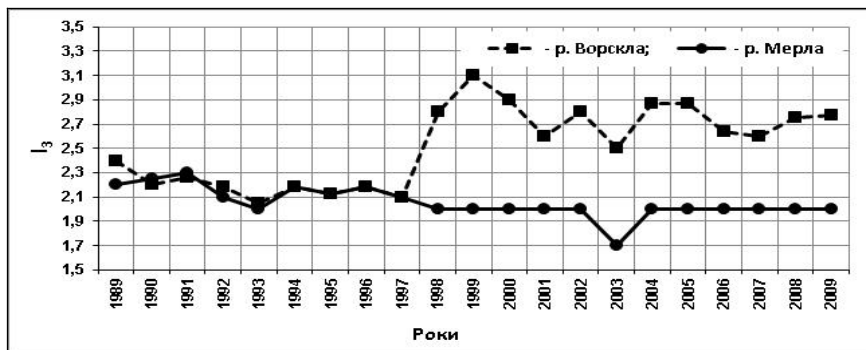
Якість води р. Ворскла характеризується категоріями II класу («добрі» за станом, «чисті» за ступенем забрудненості), а в деякі роки III класу («задовільні» за станом, «слабко забруднені» за ступенем забрудненості) якості вод.



А



Б



В

Рис. 6.7. Хронологічна динаміка якості річкових вод басейнів р. Сула (А), р. Псел (Б) та р. Ворзкла (В) за середньорічними значеннями блокового індексу  $I_3$ , 1989-2009 рр.

Найвищі середні значення даного блоку спостерігаються у пониззі р. Ворскла у пункті спостереження м. Кобеляки (в межах міста).

Багаторічний просторовий розподіл середніх значень блокових індексів  $I_3$  засвідчив, що якість води р. Мерла характеризувалася виключно 2-ою категорією II класу якості води (добрі за станом та чисті за ступенем забрудненості), та відзначалась вищою якістю води, ніж головної річки.

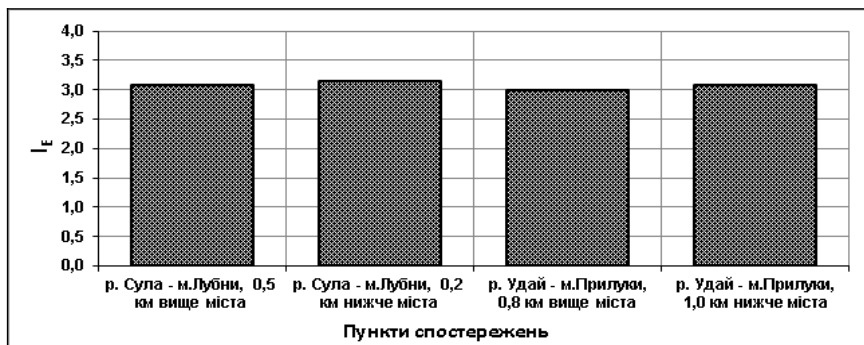
### **6.5. Інтегральна екологічна оцінка якості води річок**

За середніми багаторічними показниками підсумкового інтегрального індексу  $I_E$ , що змінюється в межах 2,6-3,4, якість річкових вод басейну р. Сула, р. Псел та р. Ворскла відноситься до II класу 3 категорії якості води (див. рис. 6.1, рис. 6.8). Тому річкові води Лівобережного Лісостепу за багаторічний період характеризуються, як добрі за станом та досить чисті за ступенем забрудненості. Такий висновок співпадає з раніше проведеними дослідженнями вчених Київського національного університету ім. Тараса Шевченка [139].

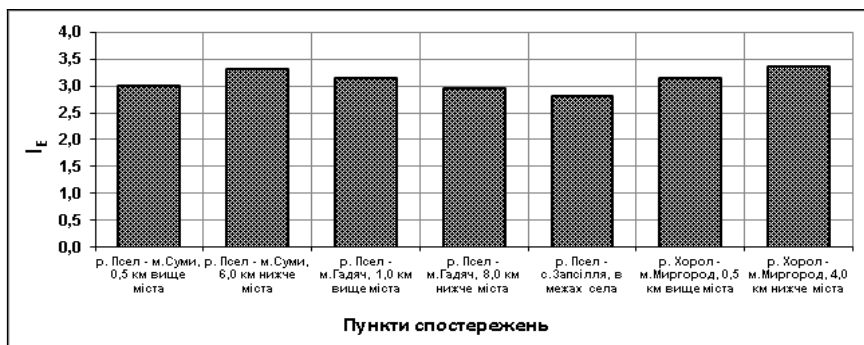
Погіршення якості води р. Сула у пунктах моніторингу прослідковується лише в окремі роки (1998 та 2001 рр.). Зокрема, у 2001 р. у всіх пунктах моніторингу середні значення інтегрального екологічного індексу  $I_E$  відповідають 4-ій категорії III класу якості вод (води задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) (рис. 5.9).

Погіршення якості води р. Псел спостерігаються лише в окремі роки. Зокрема, у пункті спостереження с. Запсілля (в межах села) збільшення середніх величин інтегральних екологічних індексів спостерігається у 1999 р.; у створі гідрохімічного поста м. Суми, 0,5 км вище міста – 1990, 1991, 1999 та 2005 рр.; у пункті моніторингу м. Суми (6,0 км нижче міста) – 1997 р; у пункті моніторингу м. Гадяч (1,0 км вище міста) – 2005 р. (рис. 6.9).

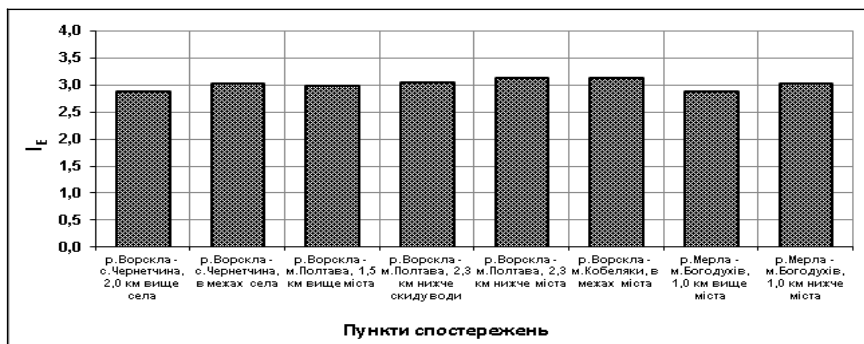
У порівнянні з головною річкою, середні значення  $I_E$  р. Хорол є помітно вищими, особливо це простежується у пункті спостережень м. Миргород, 4,0 км нижче міста.



А



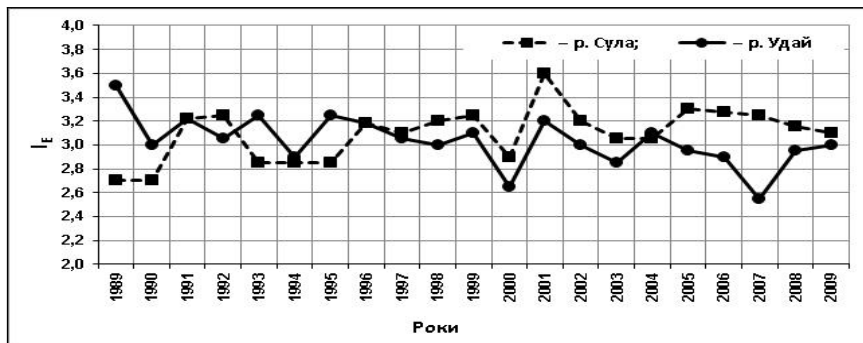
Б



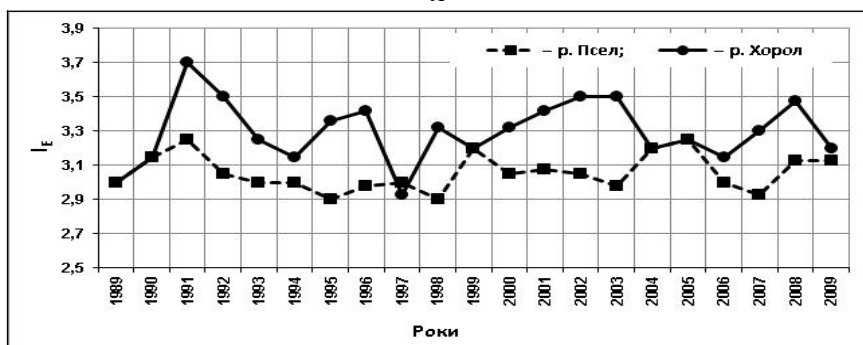
В

Рис. 6.8. Просторова динаміка якості вод по довжині річок Сула (А), р. Псел (Б), р. Ворскла (В) за середніми значеннями блокового індексу  $I_E$ , 1989-2009 рр.

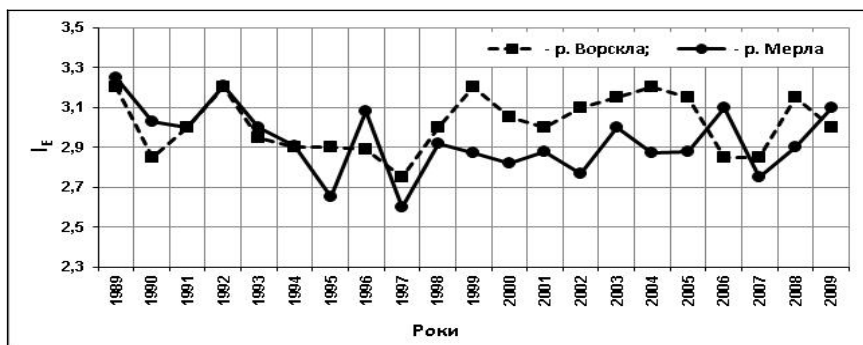




А



Б



В

Рис. 6.9. Хронологічна динаміка якості річкових вод басейнів р. Сула (А), р. Псел (Б) та р. Ворскла (В) за середньорічними значеннями інтегрального індексу  $I_E$ , 1989-2009 рр.

У просторовому відношенні найкращим гідроекологічним станом відзначаються річки басейну р. Ворскла, води яких характеризуються зміною інтегрального показника  $I_E$  в межах від 2,6-3,2 (на основній річці) до 2,9-3,0 (на р. Мерла) (див. рис. 6.8).

Хоча це і не відокремлює їх за екологічною класифікацією від інших вод території досліджень – води добрі за станом, досить чисті за ступенем забрудненості (3 категорія, II клас якості).

Погіршення якості води р. Ворскла до 4-ої категорії III класу якості вод (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти), можна прослідкувати лише в окремі роки. Зокрема, на гідрохімічному посту р. Ворскла – м. Полтава, 3,3 км нижче міста збільшення середніх величин інтегральних екологічних індексів спостерігається у 2004 р.; у пункті моніторингу р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста – у 1999 р. та 2001 р. (див. рис. 6.9).

Детальний аналіз багаторічної зміни середньорічних значень інтегрального індексу ( $I_E$ ) за досліджуваній період дає змогу виявити загальну тенденцію до його зниження, тобто незначного покращення якості річкових вод у басейні р. Сула. Щодо річкових вод басейну р. Псел та р. Ворскла – інтегральний показник залишається практично незмінним.

Порівняльний аналіз величин  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  показує, що стан досліджених вод за цими осередненими показниками протягом зазначених періодів спостережень змінювався у незначних межах. Найбільший внесок в сумарне забруднення переважної більшості річок належить речовинам блоку трофо-сапробіологічних показників ( $I_2$ ). Проте, гідроекологічний стан р. Хорол та нижньої ділянки р. Ворскла формується переважно за рахунок забруднення компонентами сольового складу.

Така особливість сприяє тому, що динаміка підсумкового інтегрального індексу  $I_E$  по довжині річок фактично повторює основні закономірності зміни домінуючого показника  $I_1$  (див. рис. 6.8).

## **6.6. Екологічна оцінка якості річкових вод 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 басейнів річок Лівобережного Лісостепу було обрано для порівняння маловодний 1992 р., що характеризувався за водністю найгіршими умовами для формування якості води річки, середній за водністю 2000 р. та багатоводний 2006 р.

Зазначені роки були поділені на три сезони (весняна повінь, літньо-осіння та зимова межень), за якими розраховували середньосезонні блокові ( $I_1, I_2, I_3$ ) (за осередненими значеннями відповідних гідрохімічних показників) та інтегральний ( $I_E$ ) індекси.

Про вплив водності на формування якості річкових вод басейну свідчать результати порівняльного аналізу середньосезонних значень блокових індексів ( $I_1, I_2, I_3$ ) та інтегрального екологічного показника ( $I_E$ ) багатоводного 2006 р. та середнього за водністю 2000 р. з маловодним 1992 р.

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Сули в багатоводний 2006 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися в наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у багатоводний рік покращення якості річкових вод спостерігається у 25 % пунктів спостереження. Без змін якість річкових вод залишається на 75 % пунктів спостереження (табл. 6.1, додаток Ж.1);

**Таблиця 6.1**

**Оцінка змін якості річкових вод басейну Сули у багатоводний (2006) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів**

Сезони Зміна якості води	Весняна повінь				Літньо-осіння межень				Зимова межень			
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$
Покращення	50	50	-	25	50	75	-	25	50	25	-	-
Без змін	50	50	50	75	50	25	50	75	50	75	50	100
Погіршення	-	-	50	-	-	-	50	-	-	-	50	-

- під час літньо-осінньої межені у багатоводний рік покращення якості річкових вод також спостерігається у 25 % пунктів

спостереження та без змін якість річкових вод залишається на 75 % пунктів спостереження;

- під час зимової межні у багатоводний рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Сули залишається без змін (див. табл. 6.1).

Як видно з табл. 6.1, найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Сули за блоковими індексами ( $I_1$ ,  $I_2$ ) у 2006 р. (порівняно з 1992 р.) спостерігається під час весняної повені та літньо-осінньої межні. А за показниками блоку специфічних речовин токсичної дії ( $I_3$ ) спостерігається погіршення якості річкових вод в усі сезони у 50 % створів.

Помітне покращення якості річкових вод за показником блоку еколого-санітарних показників ( $I_2$ ) досліджувано річок Лівобережного Лісостепу (75 % пунктів спостережень) спостерігається під час літньо-осінньої межні. Це пояснюється більшими меженими витратами води багатоводного 2006 р. порівняно з відповідними витратами маловодного 1992 р.

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Сули в середній за водністю 2000 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися в наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у середній за водністю рік покращення якості річкових вод спостерігається у 50 % пунктів спостереження. Без змін якість річкових вод басейну Сули залишається на 50 % пунктах спостереження (табл. 6.2);

**Таблиця 6.2**

**Оцінка змін якості річкових вод басейну Сули у середній за водністю (2000) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів**

Сезони Зміна якості води	Весняна повінь				Літньо-осіння межень				Зимова межень			
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_E$
Покращення	75	75	50	50	50	75	25	25	50	-	-	-
Без змін	25	25	-	50	50	25	50	75	25	100	50	100
Погіршення	-	-	50	-	-	-	25	-	25	-	50	-

- під час літньо-осінньої межені у середній за водністю рік зменшилась кількість випадків (25 % пунктів спостереження) покращення якості річкових вод. Без змін якість річкових вод залишається на 75 % пунктах спостереження;

- під час зимової межені у середній за водністю рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Сули залишається без змін.

Як видно з табл. 6.2, найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Сули за блоковими індексами ( $I_1$ ,  $I_2$ ) у середній за водністю 2000 р. (порівняно з маловодним 1992 р.) спостерігався під час весняної повені та літньо-осінньої межені. Виключенням є показники блоку специфічних речовин токсичної дії ( $I_3$ ), за яким спостерігається погіршення якості річкових вод в усі сезони у 25 % – 50 % створів.

Сезонні відмінності у якості річкових вод басейну не відзначаються, що зумовлено, на наш погляд, впливом антропогенних чинників (див. додаток Ж.1).

Під час весняної повені та в меженні періоди якість води басейну Сули характеризувалася 3-ю категорією II класом якості вод («добрі» за станом «досить чисті» за ступенем забрудненості), а в маловодний 1992 р. і 4-ю категорією III класом якості вод («задовільні» за станом, «забруднені» за ступенем забрудненості).

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Псла у багатоводний 2006 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися у наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у багатоводний рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Псла залишається без змін;

- під час літньо-осінньої межені у багатоводний рік покращення якості річкових вод спостерігається у 14,2% пунктів спостереження та без змін якість річкових вод залишається на 85,8% пунктів спостереження;

- під час зимової межені у багатоводний рік покращення якості річкових вод спостерігається також у 14,2 % пунктів, але такий же відсоток пунктів спостереження (14,2 %) характеризується погіршенням якості річкових вод. Без змін якість річкових вод залишається на 71,6 % пунктів спостереження (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

**Оцінка змін якості річкових вод басейну Псла у багатоводний (2006) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів**

Сезони 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	14,2	14,2	-	-	42,8	28,6	14,2	14,2	57,2	42,8	-	14,2
Без змін	85,8	85,8	100	100	57,2	57,2	57,2	85,8	42,8	57,2	57,2	71,6
Погіршення	-	-	-	-	-	14,2	28,6	-	-	-	42,8	14,2

Як видно з табл. 6.3, найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Псла за блоковими індексами (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>) в багатоводний 2006 р. (порівняно з маловодним 1992 р.) спостерігався під час літньо-осінньої та зимової межені. Виключенням є показники блоку специфічних речовин токсичної дії (I<sub>3</sub>), для якого спостерігається погіршення якості річкових вод у відзначені сезони.

Під час зимової 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 57,2 % та 42,8 % пунктів спостереження. Зокрема, показники блоку специфічних речовин токсичної дії (I<sub>3</sub>), відзначаються погіршенням якості річкових вод у 42,8% пунктів спостереження. Значно вищий відсоток випадків з покращенням якості річкових вод басейну Псла в меженні періоди багатоводного 2006 р. пояснюється більшими меженними витратами води цього року порівняно з відповідними витратами маловодного 1992 р. Витрати весняної повені у ці роки близькими.

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Псла середнього за водністю 2000 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися в наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у середній за водністю рік покращення якості річкових вод спостерігається у 14,2 % пунктів спостереження

та без змін якості річкових вод залишається на 85,8 % пунктів спостереження (табл. 6.4);

**Таблиця 6.4**

**Оцінка змін якості річкових вод басейну Псла у середній за водністю (2000) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів**

Сезони 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	42,8	42,8	-	14,2	42,9	28,4	-	-	14,2	14,2	14,2	14,2
Без змін	57,2	57,2	100	85,8	42,9	71,6	71,6	100	85,8	71,6	85,8	85,8
Погіршення	-	-	-	-	14,2	-	28,4	-	-	14,2	-	-

- під час літньо-осінньої межені у середній за водністю рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Псла залишається без змін;

- під час зимової межені у середній за водністю рік покращення якості річкових вод спостерігається також у 14,2 % пунктів. Без змін якість річкових вод залишається на 85,8 % пунктів спостереження.

Як видно з табл. 6.4 найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Псла за блоковими індексами (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>) в середньому за водністю 2000 р. (порівняно з маловодним 1992 р.) спостерігався під час весняної повені, що пояснюється гідрохімічним режимом річок. В меженні періоди, за трьома блоковими індексами, спостерігається погіршення якості річкових вод.

Якість річкових вод басейну Псла за сезонами характеризуються 3-ою категорією II класом якості вод («добрі» за станом, «досить чисті» за ступенем забрудненості). Виняток становить якість води р. Хорол (права притока р. Псел), яка характеризується 4-ою категорією III класом якості вод («задовільні» за станом, «забруднені» за ступенем забрудненості). Це явище викликано природними процесами, а саме, за рахунок значного поширення ґрунтів солонцюватого типу і наявності содових солончаків у долині річки.

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Ворскли багатоводного 2006 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно

інтегрального екологічного індексу відбулися в наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у багатоводний рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Ворскли залишається без змін (табл. 6.5);

**Таблиця 6.5**

**Оцінка змін якості річкових вод басейну Ворскли у багатоводний (2006) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів**

Сезони 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	12,5	12,5	-	-	75	62,5	-	25	50	50	-	-
Без змін	87,5	87,5	100	100	25	37,5	50	75	50	50	75	100
Погіршення	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	25	-

- під час літньо-осінньої межені у багатоводний рік покращення якості річкових вод також спостерігається у 25 % пунктів спостереження та без змін якість річкових вод залишається на 75 % пунктів спостереження;

- під час зимової межені у багатоводний рік спостерігається беззмінна якість річкових вод на 100 % пунктів спостереження.

Як видно з табл. 6.5, найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Ворскли за блоковими індексами (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>) у багатоводний 2006 р. (порівняно з маловодним 1992 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 75 % та 62,5 % пунктів спостереження.

За показниками блоку специфічних речовин токсичної дії (I<sub>3</sub>) якість річкових вод басейну погіршилась у кількості 50 % під час літньо-осінньої межені та 25 % під час зимової межені. Вищий відсоток випадків з покращенням якості річкових вод басейну Ворскли в меженні періоди багатоводного 2006 р. пояснюється



більшими меженними витратами води цього року порівняно з відповідними витратами маловодного 1992 р.

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Ворскли середнього за водністю 2000 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися в наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у середній за водністю рік покращення якості річкових вод спостерігається у 12,5% пунктів спостереження та без змін якість річкових вод залишається на 87,5% пунктів спостереження (табл. 6.6);

**Таблиця 6.6**

**Оцінка змін якості річкових вод басейну Ворскли у середній за водністю (2000) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів**

Сезони 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	37,5	37,5	12,5	12,5	62,5	62,5	-	25	50	75	12,5	-
Без змін	50	62,5	75	87,5	37,5	37,5	62,5	62,5	50	25	62,5	100
Погіршення	12,5	-	12,5	-	-	-	37,5	12,5	-	-	25	-

- під час літньо-осінньої межені у середній за водністю рік зростає кількість випадків (25 % пунктів спостереження) покращення якості річкових вод. Без змін якість річкових вод залишається на 62,5 % пунктів спостереження. Також спостерігається погіршення якості річкових вод у 12,5 % пунктів спостереження;

- під час зимової межені у середній за водністю рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Ворскли залишається без змін.

Як видно з табл. 6.6 найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Ворскли за блоковими індексами (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>) у середній за водністю 2000 р. (порівняно з маловодним 1992 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>) у 62,5 % пунктів спостереження. За показниками блоку специфічних речовин токсичної дії (I<sub>3</sub>) спостерігається погіршення якості річкових вод в усі сезони: весняна повінь – 12,5 % створів, літньо-осіння межень – 37,5 % створів, зимова межень – 25 % створів.

Сезонні відмінності у якості річкових вод басейну не відзначаються, що зумовлено, на наш погляд, впливом антропогенних чинників. Під час весняної повені та в меженні періоди якість води басейну Ворскли характеризувалася 3-ю категорією II класом якості вод («добрі» за станом «досить чисті» за ступенем забрудненості).

## Висновки до розділу 6

1. Згідно критеріїв *забруднення компонентами сольового складу* (I<sub>1</sub>) річкові води Лівобережного Лісостепу належать до 3 категорії II класу якості води і характеризуються як добрі за станом та досить чисті за ступенем забрудненості. На цьому фоні в гіршу сторону виділяється р. Хорол, якість води якої належить до задовільної за станом та слабко забрудненої за ступенем чистоти. Найбільший внесок в інтегральну величину I<sub>1</sub> басейнів Сули та Псла здійснюють сульфатні іони, Ворскли – хлоридні.

2. За середньобаторічними показниками речовин *еколого-санітарного блоку* (I<sub>2</sub>) або за трофо-сапробіологічними показниками води басейнів Сули, Псла та Ворскли відносяться переважно до 3-4 категорії II-III класів якості води - добрі за станом та досить чисті за ступенем забрудненості та задовільні за станом і слабко забруднені за ступенем чистоти. У просторовому відношенні дещо гіршим екологічним станом відзначається вода р. Сула поблизу м. Суми. За період 1989-2009 рр. спостерігається тенденція зменшення інтегрального показника I<sub>2</sub> та покращення якості річкових вод за еколого-санітарними показниками в досліджуваних річкових басейнах.

3. За середньобаторічними величинами *специфічних речовин токсичної дії* (I<sub>3</sub>) річкові води Лівобережного Лісостепу характеризуються 2-3 категоріями II класу якості води (дуже добрі та добрі за станом та чисті і досить чисті за ступенем забрудненості). Просторовий аналіз зміни середнього баторічного показника I<sub>3</sub> показав, що найгіршим гідроекологічним станом за вмістом специфічних речовин токсичної дії вирізняється верхня та середня

течія р. Сула. У багаторічному розрізі зміна інтегральної величини  $I_3$  характеризує погіршення якості води річок Сули, Псла (у тому числі її притоки – р. Хорол) та Ворскли, а також покращення екологічного стану за показниками специфічних речовин токсичної дії води р. Удай та р. Мерла.

4. За середньобагаторічним підсумковим *інтегральним екологічним індексом* ( $I_E$ ) якість річкових вод Лівобережного Лісостепу відповідає 3 категорії II класу якості, що характеризує води як добрі за станом та досить чисті за ступенем забрудненості. Найгіршим гідроекологічним станом за  $I_E$  характеризується р. Хорол ( $I_E = 3,1-3,4$ ). Підвищені показники  $I_E$  характерні і для інших гідрохімічних створів, які здебільшого знаходяться нижче населених пунктів: м. Прилуки, м. Лубни, м. Суми, с. Чернеччина, м. Полтава, м. Богодухів. Найбільший внесок у погіршення інтегрального індексу  $I_E$  здійснили переважно еколого-санітарні показники та меншою мірою сольового блоку (р. Хорол).

5. *Сезонні відмінності* у якості річкових вод досліджуваних басейнів не відзначаються, що зумовлено, на наш погляд, стабільним впливом антропогенних чинників.

6. Аналіз *зв'язку якості річкових вод з водністю* шляхом порівняння екологічних оцінок за багатоводний (2006) рік з маловодним (1992) показав наступне. У період весняної повені у багатоводний рік (2006), порівняно з маловодним (1992) відбувалося певне покращення якості річкових вод Сули (по 25 % пунктах спостереження на цій річці). Якість річкових вод Псла та Ворскли залишалася без змін. Під час літньо-осінньої межені у багатоводний рік покращення якості річкових вод спостерігається у басейнах Сули та Ворскли на 25 % пунктів спостереження, у басейні р. Псел – на 14 %. У зимовий меженний період у багатоводний рік порівняно з маловодним на всіх пунктах спостереження якість річкових вод досліджуваних басейнів залишається без змін.

## ВИСНОВКИ

1. Серед досліджених річок Лівобережного Лісостепу найвища *середньорічна* (1989-2009 рр.) мінералізація води характерна для р. Сула – 780,1 мг/дм<sup>3</sup>, потім слідує р. Ворскла – 736,3 мг/дм<sup>3</sup> і р.Псел – 698,1 мг/дм<sup>3</sup>. Серед приток – найвища середньорічна мінералізація води характерна для р. Хорол (притока Псла) – 954,4 мг/дм<sup>3</sup>. Згідно класифікації природних вод за мінералізацією В.К. Хільчевського води досліджуваних річок належать до прісних з підвищеною мінералізацією.

2. У *внутрішньорічному режимі* за всіма створами прослідковується зростання мінералізації річкових вод та вмісту головних іонів від весняної повені до зимової межени, що вказує на зв'язок гідрохімічного і гідрологічного режимів. Причому, мінералізація води р. Хорол взимку може сягати 1129,2 мг/дм<sup>3</sup>, що робить воду слабосолоною – не придатною в цей сезон для централізованого водопостачання.

3. Найбільша амплітуда в коливаннях між середнім весняним мінімумом мінералізації води і середнім зимовим максимумом характерна для р. Сула – близько 210 мг/дм<sup>3</sup> (від 658,78 мг/дм<sup>3</sup> до 870 мг/дм<sup>3</sup>), тобто спостерігається сезонне зростання на 32 %. На 25 % таке зростання відзначається для р. Хорол (притока Псла) – від 843,12 мг/дм<sup>3</sup> (весняна повінь) до 1053 мг/дм<sup>3</sup> (зимова межень). Для інших річок амплітуда сезонних коливань мінералізації води знаходиться в межах 14-17 %.

4. Прослідковується вплив населених пунктів на зростання вмісту головних іонів і мінералізації води для кожного сезону. У переважній більшості створів, розташованих нижче міст, мінералізація води стає вищою, ніж у тих, що розташовані вище міст. Зростання мінералізації води становить від кількох одиниць мг/дм<sup>3</sup> до кількох десятків мг/дм<sup>3</sup>.

5. Для біогенних речовин (сполуки азоту, фосфору, кремнію) у воді річок Лівобережного Лісостепу, на відміну від головних іонів, чіткі закономірності у внутрішньорічному режимі не проявилися. Можна говорити лише про певну тенденцію до зниження вмісту біогенних речовин у воді навесні і влітку (у вегетаційний період) та її зростання взимку.

6. Для мікроелементів та специфічних забруднювальних речовин у воді досліджуваних річок внутрішньорічний режим не проявився зовсім.

7. У багаторічному режимі протягом всього періоду досліджень (1946-2009 рр.) для річок Лівобережного Лісостепу спостерігалось значне зростання мінералізації води.

8. В зміні за багаторіччя середньорічних значень мінералізації води і концентрацій головних іонів для Сули, Псла і Ворскли можна виділити 3 характерні періоди, які кореспондуються з багаторічними змінами гідрологічного режиму, передусім мінімального стоку:

- перший період (умовного гідрохімічного фону, 1946-1979 рр.), характеризується малою мінералізацією і сталим гідрокарбонатно-кальцієвим складом води  $C_{I\text{б}}^{\text{Ca}}$ ;

- другий період (трансформаційний, 1980-1993рр.), характеризується підвищенням мінералізації води і відчутною зміною в складі головних іонів на рівні груп і типів з  $C_{I\text{б}}^{\text{Ca}}$  на  $C_{I\text{б}}^{\text{CaNa}}$ ;

- третій період (сучасний, 1994-2009 рр.), характеризується незначним падінням мінералізації води та стабілізацією гідрохімічного режиму річок.

9. В сезонному розрізі найзначніше багаторічне зростання мінералізації річкових вод Лівобережного Лісостепу (за рахунок збільшення вмісту сульфатів, хлоридів і натрію) характерні для весняної повені, обсяги якої, в результаті внутрішньорічного перерозподілу стоку, зменшилися і, відповідно, в цей період зростає частка живлення більш мінералізованими підземними водами.

10. Трансформаційні гідрохімічні процеси, які стосуються головних іонів, призводять до зміни хімічного типу досліджуваних річкових вод: з групи кальцію на групу натрію, типів (з I та II типів, які характерні для більшості річкових вод України, на III тип – які є змішаними і метаморфізованими, формуються в результаті катіонного обміну при взаємодії води і ґрунту), а також підтипів.

11. Екологічна оцінка якості річкових вод Сули, Псла та Ворскли за підсумковим інтегральним екологічним індексом ( $I_E$ ) показала, практично, ідентичність трьох річок за якістю води – відповідність 3 категорії II класу якості, що характеризує води як добрі за станом та досить чисті за ступенем забрудненості. Відзначається певна тенденція за останніх двадцять років до деякого покращення якості води р. Сула. Найгіршим гідроекологічним станом

за  $I_E$  характеризується р. Хорол (притока Псла) – за рахунок показників сольового складу води.

12. Підвищені показники  $I_E$  характерні для створів, які здебільшого знаходяться нижче населених пунктів. Найбільший внесок у погіршення інтегрального екологічного індексу ( $I_E$ ) здійснюють переважно трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники (сполуки азоту, фосфору, БСК, ХСК).

13. Сезонні відмінності у якості річкових вод досліджуваних басейнів не відзначаються, що зумовлено, на наш погляд, стабільним впливом протягом року антропогенних чинників.

14. Аналіз зв'язку якості річкових вод з водністю шляхом порівняння екологічних оцінок за багатоводний (2006) рік з маловодним (1992) показав певне покращення якості річкових вод у багатоводний рік під час весняної повені та літньо-осінньої межені.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Авраменко Н. І. Евтрофікаційні процеси р. Ворскла / Н. І. Авраменко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2010. – № 4. – С. 179-181.
2. Алекин О. А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
3. Аналітична хімія поверхневих вод : монографія / [Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б.]. – К. : Наукова думка, 2007. – 456 с.
4. Арандаренко Н. И. Записки о Полтавской губернии. В трех частях. / Н. И. Арандаренко. – Полтава : Типография Губернского Правления, 1848. – Ч. 1. – 192 с.
5. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР [редкол. : П. Н. Першин и др.] ; Совет по изучению производительных сил УССР АН УССР [и др.]. – М. : ГУГК, 1978. – 184 с.
6. Атлас родовищ нафти і газу України. У шести томах. Т. І. Східний нафтогазоносний регіон / за ред. М. М. Іванюти. – Львів : «Центр Європи», 1998. – 494 с.
7. Белгородская область. Природа, история, промышленность, сельское хозяйство, культура. (изд. 2-е дополненное) / отв. ред. Н. Грунов. – Воронеж : Центральное Черноземное книжное издательство, 1974. – 276 с.
8. Бібік В. В. Просторово-часова характеристика стоку річок басейнів Сула, Псел і Ворскла / В. В. Бібік, О. О. Винарчук, О. І. Лук'янець, В. К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т. 4 (25). – С. 85-99
9. Бойко І. А. Загальна характеристика та особливості умов формування підземних вод на території Полтавської області як основного джерела питного водопостачання / І. А. Бойко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – № 2. – С. 208–214.
10. Васенко О. Г. Оцінка динаміки якості поверхневих вод басейну р. Дніпро / О. Г. Васенко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 389–398.
11. Винарчук О. О. Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок Лівобережного Лісостепу /

О. О. Винарчук, В. К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 18. – С. 219–230.

12. Винарчук О. О. Характеристика гідрохімічного режиму річок Сула, Псел і Ворскла / О. О. Винарчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т. 2 (23). – С. 111–128.

13. Винарчук О. О. Вміст головних іонів та мінералізація води річки Ворскла / О. О. Винарчук // Фізична географія і геоморфологія. – 2010. – Вип. 3 (60). – С. 215–224.

14. Винарчук О. О. Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок Лівобережного Лісостепу / О. О. Винарчук, В. К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 18. – С. 219–230.

15. Вишневський В. І. / Водогосподарський комплекс у басейні Дніпра Вишневський В.І., Шашук В.А., Сакевич А.М. – К.: Інтерпрес, 2011. – 186 с.

16. Вишневський В.І. Гідрологічні характеристики річок України / В.І. Вишневський, О.О. Косовець. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 323 с.

17. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання / В. І. Вишневський. – К.: ВПЮЛ, 2000. – 376 с.

18. Вишневський В. Якісний стан води Дніпра та його приток / В. Вишневський, А. Сакевич, І. Середа // Водне господарство України. – 2010. – № 1. – С. 30–36

19. Водне господарство в Україні / під ред. А.В. Яцика, В.М. Хорева. – К.: Генеза, 2000. – 456 с.

20. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины: Водообмен в естественных условиях / [Шестопапов В. М., Лялько В. И., Огняник Н. С. и др.]. – К.: Наукова думка, 1989. – 288 с.

21. Владимирова А. М. Сток рек в маловодный период года / А. М. Владимирова. – Л.: Гидрометиздат, 1978. – 295 с.

22. Водне господарство України: сучасний стан та перспективи розвитку / [Дорогунцов С. І., Хвесик М. А., Головинський І. Л. та ін.] – К.: РВПС України, 2002. – 56 с.

23. Водний кодекс України (із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 21.09.2000 р. № 1990 – 111). – 38 с.

24. Волянський В. О. Зміна гідрологічних умов в заплавах рік Ворскла і Псел / В. О. Волянський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т. 4. – С. 68–72.



25. Воронов Г. С. Історія розвитку кліматичних досліджень в Україні / Г. С. Воронов, Г. Д. Проценко // Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка. Серія : Географія – 2000. – Вип. 46. – С. 24-28.

26. Галицкая Н. География Курской области (изд. 2-е дополненное) / Галицкая Н., Галицкий В., Кочергин П., – Воронеж : Центральное Черноземное книжное издательство, 1970. – 126 с.

27. Галущенко М. Г. Умови формування та розрахунки мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України) / В. М. Галущенко, І. М. Ромась // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 289–295.

28. Галущенко О. М. Балансова оцінка водних ресурсів річок басейну Дніпра, їх використання та охорона (в межах України) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / О. М. Галущенко. – К. : 1998. – С. 139-145.

29. Галущенко О. М. Водні баланси і водні ресурси річкових водозборів басейну Дніпра та їх використання (в межах України) / О. М. Галущенко // Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка. Серія : Географія. – 1998. – Вип. 43. – С. 77–81.

30. Галущенко О. М. Сучасні водні баланси річкових водозборів басейну Дніпра (в межах України) / О. М. Галущенко // Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка. Серія : Географія. – 1999. – Вип. 44. – С. 36-39.

31. Галущенко О. М. Водний баланс річкових водозборів басейну Дніпра за маловодні і багатоводні роки / О. М. Галущенко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. – Т. 1. – С. 173–176.

32. Географічна енциклопедія України / [відп. ред. О. М. Маринич]. – К. : Українська енциклопедія ім. М.П. Бажана. – 1993. – Т. 3. – С. 156–168.

33. Геологическая изученность СССР. / Отв. ред. В.В. Пермяков – К. : Наукова думка, 1964 – Т. 32. (Украинская ССР. Центральные и восточные области. Период 1951-1955. Вып. II. Рукописные работы. – 1067 с.

34. Геохимия техногенеза / [Соботович Э. В., Ольштынский С. П.]. – К. : Наукова думка, 1991 – С. 228

35. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / [Денисова А. И., Тимченко В. М., Нахшина Е. П. и др.]. – К. : Наукова думка. – 1989. – 216 с.

36. Гидрохимический атлас СССР / [Под ред. А.М.Никанорова]. – М.: ГУГК, 1990. – 112 с.

37. Гидрохимическое картирование с применением вероятностно-статистических методов / [Под ред. В. И. Пелешенко]. – К. : Вища школа., 1979. – 97 с.

38. Гидрохимия Днепра, его водохранилищ и притоков / [Алмазов А. М., Денисова А. И., Майстренко Ю. Г., Нахшина Е. П.]. – К. : 1967. – 316 с.

39. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / [Хільчевський В. К., Ромась І. М., Ромась М. І. та ін.]. – К. : Ніка-центр, 2007. – 184 с.

40. Гідрохімічний довідник. Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу / [Осадчий В. І., Набиванець Б. Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю. Б.]. – К. : Ніка-центр, 2008. – 655 с.

41. Гордеева З. И. Географические открытия Земли: история и перспективы. / З. И. Гордеева. – М. : НИИ-Природа, 2002. – 148 с.

42. Горев Л. Н. Региональная гидрохимия / Горев Л. Н., Никаноров А. М., Пелешенко В. И. – К. : Вища школа. – 1989. – 280 с.

43. Горев Л.М. Гідрохімія України / Горев Л. М., Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. – К.: Вища школа. – 1995. – 307с.

44. Горецкий Г.И. Аллювиальная летопись великого Пра-Днепра / Г. И. Горецкий. – М. : Наука, 1970. – 492 с.

45. Гребінь В. В. Оцінка сучасних змін мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України) / В. В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – Т. 13. – С. 85–92.

46. Гребінь В. В. Оцінка режиму наносів річок басейну Дніпра (в межах України) / В. В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. – Т. 1. – С. 135–137.

47. Гребінь В. В. Пропозиції щодо схеми ландшафтно-гідрологічного районування території України / В. В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. – Т. 17. – С. 26–39.

48. Гребінь В. В. Регіональний ландшафтно-гідрологічний аналіз сучасного водного режиму річок України: автореф. дис. д-ра геогр. наук: спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / В. В. Гребінь. – К., 2010. – 32 с.

49. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). / В. В. Гребінь. К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.

50. Гудзенко П. А. Сумська область (Географічний нарис) / П. А. Гудзенко. – К. : Радянська школа, 1958. – 123 с.

51. Дегтярь А. В. Деградация водных и биологических ресурсов верхней части гидрологической сети реки Ворскла / А. В. Дегтярь / Белгородская область вчера и сегодня (к 46-летию образования области) : региональная науч.-практ. конф., 19 февр. 1999 г. : тезисы докл. – Белгород, 1999. – Т. 2. – С. 32-34.

52. Денисова А. И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования / А. И. Денисова. – К. : Наукова думка, 1979. – 290 с.

53. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев. – Москва-Ленинград : Сельхозгиз, 1936. – 152 с.

54. Дрозд Н. И. Материалы по заилению водохранилищ УССР / Н. И. Дрозд // Прогнозы элементов водного режима р. Днепра. – К. : Издательство АН УССР, 1954. – С. 176–200.

55. Дудник І. М. Економіко-географічні дослідження на Полтавщині / І. М. Дудник, В. О. Гуцал, Л. М. Булава / Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка. Серія : Географія. – 1998. – Вип. 43. – С. 53–55.

56. Экологическое состояние воды Яковлевского района / [http://oikologia.ucoz.ru/blog/ehkologicheskoe\\_sostojanie\\_vody\\_jakovlevs\\_kogo\\_rajona/2010-02-28-13](http://oikologia.ucoz.ru/blog/ehkologicheskoe_sostojanie_vody_jakovlevs_kogo_rajona/2010-02-28-13)

57. Жукинський В. М. Досягнення і завдання гідроекологіїту створенні водоохоронної нормативно-інструктивної бази / В. М. Жукінський, А. П. Чернявська, О. П. Оксіюк, В. А. Верниченко // Гідрологія, гідрохімія та гідроекологія. – 2000. – Т. 1. – С. 22-27.

58. Зенин А. А. Гидрохимический словарь / А. А. Зенин, Н. В. Белоусова. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.

59. Зуев В. Ф. Путешественные записки Василья Зуева от С. Петербурга до Херсона в 1781 и 1782 году / В. Ф. Зуев. – С-Пб. : Изд. при Императорской Академии Наук, 1787. – 273 с.

60. Кадастр минеральных вод СССР. – М. : ЦС по управлению курортами профсоюзов, 1987. – 110 с.

61. Каталог річок України / [Під ред. В. І. Мокляк]. – К. : АНУ, 1957. – 191 с.

62. Кириленко В. Наші річки. Тихоплинна Ворскла / В. Кириленко // Водне господарство України. – 2009. – № 3. – С. 29–30

63. Клімат України / [За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко]. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.

64. Колмыков С. Н. Влияние горнодобывающих комплексов на геоэкологические характеристики реки Ворскла / С. Н. Колмыков, С. И. Куралов // Материалы международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Регион-2006: общественно-географические аспекты» (17-18 мая 2006 года, г. Харьков) / Гл. ред. коллегии К. А. Немец // ИРО Харьковского національного университета им. В.Н. Каразина. – Харьков, 2006. – С. 228–231

65. Коненко Г. Д. Гідрохімія ставків і малих водоймищ України / Г. Д. Коненко. – К. : Наукова думка. – 1971. – 311 с.

66. Коненко Г. Д. Ставки лісостепових, степових та гірських районів України (Гідрохімічний та гідробіологічний нарис) / Коненко Г. Д., Підгайко М. Л., Радзимовський Д. О. – К. : Наукова думка. – 1965. – 260 с.

67. Корнеев А. Н. К вопросу о комплексном использовании природных ресурсов при создании водохранилищ тепловых и атомных электростанций / А. Н. Корнеев, В. С. Фрберов, Л. А. Корнеева // Влияние водохранилищ ГЭС на хозяйственные объекты и природную среду. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – С. 39 – 42.

68. Косоветь О. О. Сучасний стан забруднення поверхневих вод на території України за даними спостережень мережі гідрометслужби / О. О. Косоветь, Ю. І. Онанко, Н. Г. Радзівська // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т. 11. – С. 257–263

69. Красніков М. П. Харківська область (Географічний нарис) / М. П. Красніков, С. Г. Трегуба. – К. : Радянська школа, 1962. – 102 с.]

70. Курило С. М. Багаторічні зміни мінералізації і вмісту головних іонів у воді р. Псел та аналіз їх взаємозв'язку із водністю / С. М. Курило, О. О. Винарчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т. 1(26). – С. 95–101.

71. Курило С. М. Аналіз багаторічних змін мінералізації і вмісту головних іонів у воді лівобережних приток басейну Дніпра / С. М. Курило, О. О. Винарчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т. 2(27). – С. 96–107.

72. Лапоногов О. М. Полтавська область (Географічний нарис) / О. М. Лапоногов, О. Д. Качанов. – К. : Радянська школа, 1959. – 102 с.

73. Леонт'єва Г.Г. Економіко-географічні дослідження на Сумщині / Г. Г. Леонт'єва, С.І. Сюткін, В. О. Мартиненко // Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка. Серія: Географія. – 1998. – Вип. 43. – С. 48–49.

74. Лобода Н. С. Динаміка хімічного складу води по довжині річки Ворскла та оцінка її якості / Н. С. Лобода, В. В. Пилип'юк // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2011. – Вип. 11. – С. 178–189.

75. Лозовіцький П. С. Динаміка коливань стоку та хімічного складу води річки Сула / П. С. Лозовіцький // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 155–164.

76. Малі річки України: Довідник / за ред. А. В. Яцика. – К. : Урожай, 1991. – 296 с.

77. Мандруйте по Дніпру та його притоках / [Степанів В. С., Смирнов І. В.]. – К. : Вища школа., 1982. – 248 с.

78. Маринич В. В. Про деякі особливості динаміки якості річкових вод басейну Дніпра / В. В. Маринич, В. М. Савицький, В. І. Пелешенко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т. 3. – С. 176–180.

79. Маринич О. М. Фізична географія України / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К. : Знання, 2005. – 511 с.

80. Маркевич М. А. Реки Полтавской губернии / Записки Императорского Русского Географического Общества. – Санкт-Петербург : типография Императорской Академии Наук, 1856. – кн. XI. – С. 337-461

81. Матеріали Харківського отдела Географического общества Украины. – Х. : Изд-во ХГУ, 1971. – Вип. VIII: Харківська область. Природа и хозяйство – 248 с.

82. Медвецька В. Б. Особливості водного режиму гирлових ділянок приток Дніпра / В. Б. Медвецька // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т. 7. – С. 85–92.

83. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін.]. – К. : Символ-Т, 1998. – 28 с.

84. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води / [Руденко Л. Г., Разов В. П., Жукинський В. М., Оксіюк О. П., Гриб Й. В., Чернявська А. П., Васенко О. Г., Верниченко Г. А.]. – К. : 1998. – 48 с.

85. Мольчак Я. А. Дождевой сток в условиях антропогенных изменений (на примере среднего и верхнего Поднепровья) / Я. А. Мольчак, И. Я. Мисковец. – Луцк : РИО ЛНТУ, 2009. – 431 с.

86. Народогосподарське використання малих річок УРСР. / за ред. О. Г. Шліхтера. – К. : Видавництво Академії Наук УРСР, 1937. – 140 с.

87. Наталочка В. О. Динаміка забруднення вод сільськогосподарського призначення нітратами в умовах Полтавської області / В. О. Наталочка, С. К. Ткаченко, О. В. Міненко // Вісник Полтавської державної аграрної академії.– 2011. – № 2. – С. 32–36.

88. Наталочка В. О. Динаміка забруднення вод сільськогосподарського призначення солями важких металів в умовах Полтавщини. / В. О. Наталочка, С. К. Ткаченко, О. В. Міненко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2012. – № 1 – С. 40–44.

89. Наталочка В.О., Ткаченко С.К., Міненко О.В. Динаміка залишкових кількостей пестицидів у водах сільськогосподарського призначення в умовах Полтавщини / В. О. Наталочка, С. К. Ткаченко, О. В. Міненко / Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – № 1. – С. 22–26.

90. Нешатаев Б. Н. Природная ритмичность поймогенеза / Б.Н. Нешатаев // Наукові записки Сумського Державного педагогічного університету ім. А.С.Макаренка. Серія: Географічні науки. – 2012. – Вип. 3. – С. 25–59

91. Никаноров А. М. Гидрохимия / А. М. Никаноров. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 351 с.

92. Ободовський О.Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). –К.: Ніка-Центр, 2001. – 274 с.

93. Овчарук В. А. Особенности формирования максимального стока весеннего половодья в условиях юга лесостепной зоны Украины (по материалам Нижнедевицкой ВБС) / В. А. Овчарук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 351–359.

94. Осадча Н. М. Закономірності міграції гумусових речовин у поверхневих водах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора геогр. наук : спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / Н. М. Осадча. – К., 2011 – 32 с.

95. Осадчий В. І. Основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр. / В. І. Осадчий // Труды УкрНИГМИ. – 2001. – Т. 48. – С. 138-3.

96. Осадча Н. М. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод України у 2000 р. / Н. М. Осадча, В. І. Осадчий // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. II. – С. 379–389

97. Осадчий В. І. Кисневий режим поверхневих вод України / В. І. Осадчий, Н. М. Осадча // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С. 265–285.

98. Національний атлас України. – К., 2007.

99. Пелешенко В. И. Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод (на примере равнинной части Украины) / В. И. Пелешенко. – К. : Вища школа, 1975. – 168 с.

100. Пелешенко В. И. Загальна гідрохімія / В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський. – К. : Либідь, 1997. – 384 с.

101. Первая всеобщая перепись населения Российской Империи 1897 г. / под. ред. Н. А. Тройницкого. – С.-Петербург : Типография «Т-ва Художественной Печати» – Т. XXXIII. Полтавская губерния – 1904. – 315 с.

102. Петин А. Н. Рациональное недропользование в железорудной провинции Курской магнитной аномалии (проблемы и пути их решения): автореф. дис. на соискание науч. степени доктора геогр. наук : спец. 25.00.36 «Геоэкология» / А. Н. Петин. – Астрахань, 2010. – 47 с.

103. Пилипюк В. В. Динаміка хімічного складу води за довжиною річки Псел та оцінка її якості / В. В. Пилипюк, Н. С. Лобода // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 4(21). – С. 125-133.

104. Підберезна О. Висока якість води – здоров'я нації // Водогосподарник Полтавщини / О. Підберезна. – 2009. – № 1 (4). – С. 2.

105. Підліснюк В. А. Україна та Рамкова водна Директива ЄС / В. Г. Підліснюк, К. Р. Алієв, Т. К. Стефановська. – КМ Академія, 2002. – С. 43.

106. Полтавська область: природа, населення, господарство. Географічний та історико-економічний нарис (посібник з краєзнавства) / За ред. К. О. Маца, Б. В. Чичкало, Г. М. Коваленко. – Полтава : Обласне управління по пресі, 1993. – 304 с.

107. Полтавська область : природа, населення, господарство. Географічний та історико-економічний нарис. (Видання 2-е, доповнене і перероблене) / за ред. К. О. Маца. – Полтава : Полтавський літератор, 1998. – 336 с.

108. Полтавщина. Енциклопедичний довідник / за ред. А.В. Кудрицького. – К.: «Українська енциклопедія» імені М.П. Бажана, 1992. – 1024 с.

109. Природа Украинской ССР. Геология и полезные ископаемые / [Е. Ф. Шнюков, А. В. Чекунов и др.]. – К.: Наук.думка, 1986. – 184 с.

110. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование / [А. М. Маринич., В. М. Пашенко, П. Г. Шищенко и др.]. – К.: Наукова думка, 1985. – 224 с.

111. Природа Украинской ССР. Почвы / [Н. Б. Вернандер, И. Н. Гоголев, Д. И. Ковальшин и др.]. – К.: Наук. думка, 1986. – 216 с.

112. Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды / [Под ред. В.Н. Грезе, Г.Г. Полікарпова.]. – К.: Наукова думка, 1987. – 224 с.

113. Природа Украинской ССР. Климат / [К. Т. Логвинов, М. И. Щербань и др.]. – К.: Наукова думка, 1984. – 227 с.

114. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Среднее и Нижнее Поднепровье. / [Под ред. М. С. Каганера]. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1971. □ Т. 6., Вип. 2. □ 654 с.

115. Романенко В. Д. Актуальные проблемы и достижения украинской гидроэкологии в области экологической оценки состояния поверхностных водных объектов / В. Д. Романенко, В. Н. Жукинський // Гидробиол. журн. – 2003. – 39, № 1. – С. 3–20.

116. Ромась І. М. Мінералізація річкових вод басейну Дніпра при мінімальних витратах різної забезпеченості в літньо-осінню та зимову межень / І. М. Ромась, В. К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2004. – Т. 6. – С. 172–179.

117. Ромась М. І. Дослідження формування мінімальних середньомісячних витрат річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень / М. І. Ромась, І. О. Шевчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 85–92.

118. Ромась М. І. Про зв'язок головних іонів та мінералізації з витратами води у річках басейну Дніпра у меженний період / М. І. Ромась, І. О. Шевчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т. 9. – С. 102–113.

119. Россия. Полное географическое описание нашего отечества. Настольная и дорожная книга для русских людей. / под.



ред. В. П. Семенова. – С.-Петербург : Издание А.Ф. Девриена, 1902. – Т. II. – Среднерусская черноземная область. – 762 с.

120. Россия. Полное географическое описание нашего отечества. Настольная и дорожная книга для русских людей. / под. ред. В.П. Семенова. – С.-Петербург : Издание А.Ф. Девриена, 1903. – Т. VII. – Малороссия. – 518 с.

121. Руденко Р. А. Гідрогеологія Української РСР / Р. А. Руденко. – К.: Вища школа, 1972. – С. 176.

122. Рыбаков Б. А. Геродотова Скифия. Историко-географический анализ / Б. А. Рыбаков. – М. : Издательство «Наука», 1979. – 242 с.

123. Савицький В. М. Стік загального заліза та його динаміка в річкових водах басейну Дніпра / В. М. Савицький, В. В. Маринич, В. Є. Косматий // Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія. – 2004. – Т. 6. – С. 179-189.

124. Савицький В. М. Формування і динаміка хімічного складу річкових вод лівобережних приток Дніпра у зоні лісостепу / В. М. Савицький, І. О. Шевчук, В. І. Пелешенко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 504-510.

125. Снежко С. И. Особенности формирования речного стока биогенных элементов бассейна Днепра (в пределах УССР): автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. геогр. наук : спец. 11.00.07 «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» / Снежко С. И. – Ростов-на Дону. 1989. – 23 с.

126. Списки населенных мест Российской Империи. – XXXIII. Полтавская губерния. Список населенных мест по сведениям 1859 г. / отв. ред. Н. Штигилиц. – Санкт-Петербург : Центральный статистический комитет министерства внутренних дел, 1862. – 150 с.

127. Степанів В. С. Мандруйте по Дніпру та його притоках / В. С. Степанів, І. В. Смирнов. – К. : Вища школа, 1982. – 248 с.

128. Степова О. В. Аналіз стану поверхневих вод Полтавської області в контрольних створах / О. В. Степова, Р. В. Булаченко, В. В. Рома // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2012. – № 1. – С. 181–184.

129. Струтинська В. М. Вплив змін клімату на термічний та льодовий режими річок басейну Дніпра (в межах України) з другої половини ХХ ст. : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / В. М. Струтинська. – К., 2008. – 20 с.

130. Струтинська В. М. Термічний та льодовий режими річок басейн у Дніпра з другої половини ХХ століття / В. М. Струтинська, В. В. Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 196 с.

131. Труды научно-исследовательского гидрометеорологического института (ГИМЕИНА). Рефераты научно-исследовательских работ 1930-1935. Сборник первый. / отв. ред. Ю. Г. Голубин. – Киев-Харьков, 1937. – 179 с.

132. Физико-географическое районирование Украинской ССР / Под ред. В. П. Попова, А. М. Маринича, А. И. Ланько. – К. : Изд-во Киевского университета., 1968. – 683 с.

133. Фізична географія Української РСР / [Маринич О. М., Ланько А. І., Щербань М. І., Тищенко П. Г.]. – К. : Вища школа, 1982. – 208 с.

134. Філоненко Ю. М. Гідрогеологічні та геохімічні умови міграції забруднюючих речовин у межах правобережжя Середнього Дніпра / Ю. М. Філоненко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т. 3. – С. 153–156.

135. Формування мінеральних вод України / за ред. В. М. Шестопалова. – К. : Наук. думка, 2009. – 310 с.

136. Фофанов Г.М. Оценка экологического состояния поверхностных вод реки Ворскла / Г. М. Фофанов, М. А. Трубицын, Г. Е. Лунина / Белгородская область вчера и сегодня (к 46-летию образования области): региональная науч.-практ. конф., 19 февр. 1999 г. : тезисы докл. – Белгород, 1999. – Т. 2. – С. 89-91.

137. Хільчевський В. К. Еколого-гідрохімічна оцінка поверхневих вод басейну Дніпра / В. К. Хільчевський, Р. В. Хільчевський, М. С. Гороховська // Меліорація і водне господарство. – 1998. – Вип. 85. – С. 88–95.

138. Хільчевський В. К. Основи гідрохімії / В. К. Хільчевський, В.І.Осадчий, С.М. Курило. – К.: Ніка-Центр, 2012. – 312 с.

139. Хільчевський В. К. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра / В. К. Хільчевський, В. В. Маринич, В. М. Савицький // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т.4. – С. 167–178.

140. Хільчевський В. К. Про методичний підхід для дослідження трансформації хімічного складу річкових вод / В. К. Хільчевський, Р. В. Руденко, С. М. Курило // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т. 9. – С. 9–17.

141. Хільчевський В. К. Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра / В. К. Хільчевський. – К. : ВПЦ «Київський університет», 1996. – 222 с.
142. Хільчевський В. К. Характеристика іонного стоку річок басейну Дніпра / В. К. Хільчевський, В. В. Маринич, В. М. Савицький // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 226–240.
143. Чтения в Историческом обществе Нестора-летописца / под ред. Я. М. Лазаревского. – К. : Типография Корчак-Новицкого, 1896. – Кн. 11. – 369 с.
144. Шевчук С. М. Професор Михайло Самбікін – фундатор Української агрометеорологічної науки / С. М. Шевчук // Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2009. – № 1. – С. 184–188.
145. Экологическая геология Украины: Справочное пособие. / под ред. Е. Ф. Шнюкова. – К. : Наукова думка, 1993. – 407 с.
146. Экологическое состояние бассейна Днепра на территории России : [монография] / [Василенко В. Н. и др.] ; под общ. ред. Г. М. Черногаевой [и др.]. – М. : Метеоагентство Росгидромета, 2009. – 230 с.
147. Яцик А. Комплексна екологічна оцінка поверхневих вод (на прикладі річок Полтавської області) / А. Яцик, Т. Коваленко // Водне господарство України. – 2011. – № 6. – С. 13–18.
148. Янко М. П. Топонімічний словник України [Текст] : словник-довідник / М. П. Янко. – К. : Знання, 1998. – 432 с.
149. Amended proposal for Communityn water policy. – Brussels, 09.06.1998. – P. 88.
150. Commission proposal a Council Directive stabling a framework for Eorpean Communityn water polic (Consultation draft Explanatory memorandum, 4.12.96).
151. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a flamework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the Eorpean Communities, 22.12.2000. L. 327/1. – 118 p.
152. Nazarov N. Water pollution in Ukraine: the search for possible solutions / N. Nazarov; H. Cook; G. Woodgate // International Journal of Water Resources Development. – 2004. – V. 20(2). – P. 205 – 218.
153. Richer P. Field monitoring soil phytotermidiation by a portable chlorophyll fluorometr / P. Richer, A. Barocci, Z. Csintain, M. Kupperberg, J. Szdziui // 4th International symposium and Exhibition on

Environmental Contamination in Central and Eastern Europe. September, 1998. – Warsaw, 1999. – 1116 p.

154. River Ecology. Studies in ecology. Volume 2. / [Editor by B.A. Whitton]. – Los Angeles, California, UC, 1975. – 729 p.

155. River Water Quality. Model No.1 / [Editor by J. Hammett, L. Buzzard]. – London: IWA Publishing, 2001. – 128 p.

156. Sileika A. S. Analysis of variation in nitrogen and phosphorus concentration in the Nemunas river / A. S. Sileika, S. Kutra, K. Gaigalis, L. Berankiene, A. Smitiene // Water management Engineering. Vilainial. – 2005. – Vol. 2(5). – P. 15-24.

157. Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and monitoring Programmes / [Edited by J. Batram and R. Balance]. – London: UNEP/WHO, 1996. – 385 p.

158. Water Quality for Ecosystem and Human Health: United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System / Water Programme / Genevieve M. Carr, James P. Neary. – Canada, 2006. – 120 p.

159. World recourses, 1990-1991.-N.Y., Oxford: Basic Book, Inc. - 1990. – 383 p.

## **ДОДАТКИ**

## Річні обсяги стічних вод та хімічних речовин, які надходять з точкових джерел скидів у р. Сула та її притоки (2000 р.)

№ з/п	Назва підприємства, джерела скиду	Обсяги стічних вод, тис.м <sup>3</sup>	Водний об'єкт у який надходять стічні води	Завислі речовини, т	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , т	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , т	NO <sub>2</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	Лубенський МЖЕД	107,6	р. Сула	1,4	4,3	-	-	107,6	194,9	13,1	96,3	118,4
2	Лубенський ВУВКГ <sup>1</sup>	1893,5	р. Сула	27,8	6,6	18,4	0,6	9448,0	2480,5	185,7	743,4	510,2
3	Лубенська ковдяно-повстяна фабрика	1420,8	р. Сула	49,2	22,3	28,9	3,8	11117,4	1609,7	125,1	506,1	985,1
4	Миргородське ВУВКГ	183,9	р. Сула	2,1	0,9	1,5	0,2	735,6	205,9	18,5	54,2	36,7
5	ВУВКГ м. Гребінка	529,0	р. Оржичя	6,1	1,1	0,3	-	899,3	376,4	40,9	44,5	100,5
6	Тростянецький ДОК <sup>2</sup> , м. Тростянець	16,0	р. Боромля	0,2	0,1	-	-	2,7	12,0	1,1	1,3	5,8
7	Тростянецький ККП <sup>3</sup>	383,1	р. Боромля	4,1	0,6	6,7	-	651,3	173,9	31,0	27,2	76,6
8	АТ «Завод електробитприладів», м. Тростянець	11,2	р.Боромля	0,6	0,1	0,1	-	11,2	9,8	1,2	0,6	15,6

**Продовження додатка А.1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	ПМК5 – 145, с. Боромля	33,0	р. Боромля	1,6	0,6	0,1	–	89,1	19,8	3,2	2,6	18,5
10	АТ «Біловодський комбінат хлібопродуктів» Роменський р-н.	40,0	р. Сула	0,7	0,1	0,2	–	12,0	25,4	2,0	2,3	10,8
11	АТЗТ <sup>6</sup> «СБК», с. Плавинище	49,0	р. Сула	0,9	0,4	–	–	15,0	29,9	2,1	6,3	15,0
12	Недригайлів ККП	41,3	р. Сула	0,8	0,4	0,7	–	78,5	32,2	4,3	6,2	12,4
13	ВУВКГ, м. Ромни	1526,0	р. Сула	88,5	15,3	–	–	2594,2	1036,2	48,8	202,9	885,1
14	Установа ВК <sup>7</sup> 319/56, Роменський район с. Перехрестівка	77,2	р. Бобрік	10,8	3,3	–	–	370,6	56,4	4,2	7,0	61,7
15	АТ «Ромни м'ясо» м. Ромни	25,1	р. Лозова	0,4	–	–	–	40,2	0,2	1,5	10,0	2,5
16	ПМК – 148, с. В-Бубни Роменського р-ну	17,4	р. Ромен	1,1	0,6	–	–	–	11,6	–	1,3	–
	Всього	6354,1		196,3	56,7	56,9	4,6	26172, 7	6274,8	482, 7	1712, 2	2854,9

Додаток А.2

Річні обсяги стічних вод та хімічних речовин, які надходять з точкових джерел скидів у р. Псел та її притоки (2000 р.)

№ з/п	Назва підприємства, джерела скиду	Обсяги стічних вод, тис.м <sup>3</sup>	Водний об'єкт у який надходять стічні води	Завислі речовини, т	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , т	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , т	NO <sub>2</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	Кременчуцька ТЕС <sup>10</sup>	616,0	р. Псел	6,6	0,3	2,0	0,1	652,8	685,4	216,2	61,2	244,8
2	Миргородське ВУВКГ	127,4	р. Псел	1,8	0,3	0,7	0,2	382,2	157,3	16,0	44,7	12,7
3	Кременчуцьке льотне училище	2,4	р. Сухий Омельник	0,1	0,1	-	-	18,2	3,6	0,3	2,4	3,8
4	Глобинський цукровий завод	87,4	р. Сухий Омельник	4,1	4,1	0,2	-	345,4	23,7	1,8	4,7	108,4
5	Решетилівський ККП	229,4	р. Голтва	4,3	2,7	1,2	0,1	-	273,9	47,6	52,6	195,0
6	Миргородське ВУВКГ	2265,3	р. Хорол	29,8	0,4	22,6	0,6	6795,9	2997,0	233,3	987,6	181,1
7	Миргородський арматурний завод	20,0	р. Хорол	0,2	-	-	-	-	25,2	2,3	9,3	5,8
8	Кременчуцька кондитерська фабрика	2,8	р. Кагамлик	0,1	-	-	-	-	1,1	0,1	0,1	2,3



**Продовження додатка А.2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	Кременчуцький міський молокозавод	2,1	р. Кагамлик	-	-	-	-	-	1,2	0,1	0,1	0,7
10	Кременчуцьке підприємств спеціалізоване дорожнє рембодуправління	0,6	р. Кагамлик	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,3
11	АТ «СМВО ім. Фрунзе» виробництво хім. обладнання. м. Суми	26,0	р. Псел	0,4	-	-	-	-	-	3,9	1,6	10,4
12	Виробниче об'єднання «Хімпром» м. Суми	5144,7	р. Псел	-	21,8	8,2	-	18,9	3546,1	1701,7	549,5	400,0
13	ДКП <sup>1</sup> «Міськводоканал» м. Суми	28897,4	р. Псел	341,6	126,8	464,1	31,7	20,1	19544,9	2162,0	2043,8	5765,4
14	«Гумотехніка» м. Суми	0,8	р. Псел	0,1	-	-	-	-	0,5	0,1	0,1	0,2
15	Липово-Долинський ККП	70,0	р. Хорол	0,8	0,2	-	-	140,0	32,2	3,9	3,4	42,0
16	АТ «Василівський сираволд» Лебединський р-н.	28,6	р. Грунь	0,6	0,1	-	-	9,2	22,5	2,5	3,1	10,0
17	Лебединський ККП	22,7	р.Ольшанка	2,0	0,3	-	-	31,8	12,7	1,8	1,1	40,9
18	АТ «Завод станкових вузлів», м. Лебедин	35,0	р.Ольшанка	0,7	0,2	-	-	17,5	17,5	0,8	0,8	22,7
19	Краснопільський ККП	52,0	р.Сироватка	1,7	0,5	0,4	-	119,3	54,0	5,0	13,0	7,3

**Продовження додатка А.2**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
20	ДП <sup>12</sup> АПК <sup>13</sup> «Хімік» с. Бездрик Сумський р- н.	45,0	р. Бездрик	0,6	0,1	0,2	–	13,5	23,6	2,3	4,3	15,6
21.	АТ «СМВО ім.Фрунзе» виробництво хім. обладнання. м.Суми	231,0	р. Сумка	13,6	0,3	–	–	–	–	25,8	11,5	139,0
22.	Сумська дослідна станція, с. Сад Сумського р-ну.	220,0	р. Сумка	1,3	5,2	0,5	–	1166,0	137,2	15,8	13,2	145,5
	Всього	38126,6		410,4	163,4	500,1	32,7	9730,8	27559,7	4443, 3	3808, 2	7353,9

Додаток А.3

Річні обсяги стічних вод та хімічних речовин, які надходять з точкових джерел скидів у р. Ворскла та її притоки (2000 р.)

№ з/п	Назва підприємства, джерела скиду	Обсяг і стічних вод, тис.м <sup>3</sup>	Водний об'єкт у який надходять стічні води	Завислі речовини, т	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , т	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , т	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , т	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , кг	Сульфати-шок, т	Cl <sup>-</sup> , т	Fe, кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Житлово-комунальне господарство, с.Терешки, Полтавський р-н	344,8	р. Ворскла	9,6	0,6	0,8	0,2	1397,6	430,0	38,9	198,0	132,2
2	Дебриномстанція ст. Полтава - Київська	10,0	р. Ворскла	0,1	-	0,1	-	-	7,7	1,0	2,8	1,0
3	Полтавський турбомеханічний завод	163	р. Ворскла	1,3	-	0,6	-	-	142,7	14,4	48,7	8,6
4	Кобеляцька ділянка Полтавського ВУВКГ	215,6	р. Кобелячка	2,9	0,4	1,4	0,1	711,5	188,4	23,7	68,7	172,5
5	Кобеляцький комбінат хлібопродуктів	1,5	р. Кобелячка	-	-	-	-	6,5	1,6	0,2	6,5	0,2
6	Гогуляньська біофабрика	58,6	р. Полузір'я	1,8	0,3	-	0,1	234,4	50,5	5,5	16,9	17,6
7	Машевський ККП	195,0	р. Тагамлик	3,2	1,7	4,8	0,1	1033,5	221,5	31,8	88,0	37,0

**Продовження додатка А.3**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
8	Котелевська ділянка Полтавського ВУВКГ	79,9	р. Котелевка	1,2	0,1	2,0	0,1	207,7	61,6	6,6	10,3	64,7
9	Ново-Івановський сахарозавод Коломацький р-н.	310,1	р. Коломак	3,4	0,3	0,2	-	46,5	145,8	5,8	6,0	-
10	ВКФ <sup>8</sup> , смт Краснокутськ	69,6	р. Мерла	0,4	0,7	0,9	-	-	37,7	2,7	4,9	13,2
11	Перводнінський сахарозавод Богодухівський р-н.	419,5	р. Мерчик	21,2	0,1	-	-	-	216,8	21,7	18,8	5,0
12	Юлієвський НГП <sup>9</sup>	82,4	р. Мокрий Мерчик	0,9	-	0,6	0,1	87,3	44,5	3,7	1,3	-
	<b>Всього</b>	1950,0		46,0	4,2	11,4	0,7	3725,0	1548,8	156,0	470,9	452,0

**Примітки:**

1. ВУВКГ – виробниче управління водоканалізаційного господарства;
2. ДОК – деревообробна компанія;
3. ККП – комунальне комерційне підприємство;
4. АТ – акціонерне товариство;
5. ПМК – пересувна механізована колона;
6. АТЗТ – акціонерне товариство закритого типу;
7. ВК – виправна колонія;
8. ВКФ – виробнича комерційна фірма;
9. НГП – нафтогазоносна провінція;
10. ТЕС – теплова електрична станція;
11. ДКП – державне комунальне підприємство;
12. ДП – державне підприємство;
13. АПК – агропромисловий комплекс

**Додаток Б.1**  
**Середні значення рН, газового складу, біхроматної окиснюваності (БО) та біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період весняної повені (1989-2009 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	2	3	4	5	6	7	8
р. Сула							
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	6,70	7,79	64,23	14,15	30,34	0,54
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	7,11	8,04	65,73	13,88	31,72	0,94
р. Удай							
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	7,89	8,88	71,31	11,25	46,57	0,69
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	7,89	8,51	69,15	11,03	41,22	0,64
р. Псел							
5	р. Псел – с. Запелля, в межах села	7,84	9,74	83,31	12,11	34,41	3,62
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	7,82	7,30	57,91	12,24	34,10	2,70
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	7,78	9,32	77,81	13,94	31,50	3,40
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	7,63	11,7	92,80	17,00	32,80	5,10
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	7,61	12,4	96,81	14,62	33,53	3,86
р. Хорол							
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	7,81	10,5	85,83	14,00	44,21	1,83
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	7,78	8,91	74,84	13,84	38,52	1,69

**Продовження додатка Б.1**

1	2	3	4	5	6	7	8
		р. Ворскла					
12	р. Ворскла – с. Чернеччина, вище села	7,78	9,81	74,2	25,40	38,06	1,92
13	р. Ворскла – с. Чернеччина, в межах села	8,52	9,76	73,8	14,95	38,40	2,24
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	7,71	11,4	89,5	13,41	32,82	4,46
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	7,68	11,5	91,1	15,10	43,32	5,08
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	7,73	10,9	88,2	14,12	31,40	4,92
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	7,82	11,6	93,4	13,73	31,00	1,54
		р. Мерла					
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	8,14	13,2	100,4	6,74	32,51	5,53
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	8,12	12,6	81,85	7,06	39,10	5,23

Додаток Б.2

Середні значення рН, газового складу, біхроматної окиснюваності (БО) та біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) у воді річок Львівського Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період літньо-осінньої межени (1989-2009 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	2	3	4	5	6	7	8
р. Сула							
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	7,10	7,94	75,76	14,18	31,04	0,69
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	6,72	8,11	75,99	13,56	33,77	0,92
р. Удай							
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	7,89	7,21	70,17	7,80	31,70	1,51
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	8,03	8,11	66,64	7,99	36,96	1,56
р. Псел							
5	р. Псел – с. Запсілля, в межах села	7,71	7,70	71,20	9,40	31,10	3,70
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	7,90	6,70	61,90	9,20	30,90	3,50
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	7,70	8,10	79,00	8,30	30,06	3,71
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	7,74	10,30	98,90	11,70	31,01	5,40
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	7,80	9,90	98,80	16,20	26,55	4,92
р. Хорол							
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	7,83	10,42	94,13	11,64	27,58	2,35
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	7,76	8,32	79,34	12,94	33,13	1,75

**Продовження додатка Б.2**

1	2	3	4	5	6	7	8
		р. Ворскла					
12	р. Ворскла – с. Чернеччина, вище села	7,75	12,80	96,40	18,30	30,00	1,90
13	р. Ворскла – с. Чернеччина, в межах села	8,02	10,65	99,89	16,87	32,70	1,98
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	7,67	11,09	76,60	17,70	30,45	4,40
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	7,67	10,01	97,14	15,72	32,20	4,37
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	7,67	10,07	97,82	16,09	30,10	5,10
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	7,86	9,30	90,62	14,60	27,30	1,30
		р. Мерла					
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	8,03	11,36	107,25	8,08	29,14	4,93
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	8,12	10,50	97,40	9,98	32,10	5,02



**Додаток Б.3**  
**Середні значення рН, газового складу, біхроматної окиснюваності (БО) та біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період зимової межени (1989-2009 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	2	3	4	5	6	7	8
р. Сула							
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	7,34	7,48	51,60	15,49	35,90	0,58
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	7,62	7,47	51,87	15,06	35,13	0,61
р. Удай							
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	7,87	7,06	47,46	11,22	33,24	1,39
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	7,89	6,43	48,58	11,28	37,40	1,48
р. Псел							
5	р. Псел – с. Запсілля, в межах села	7,70	7,90	54,40	10,40	26,80	2,90
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	7,61	5,90	41,00	15,60	21,40	2,40
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	7,64	7,70	53,60	16,40	25,04	2,43
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	7,73	10,80	74,60	16,41	32,90	5,30
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	7,60	10,10	76,50	19,60	29,95	4,83
р. Хорол							
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	7,61	7,91	54,44	22,82	41,37	1,31
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	7,62	6,59	45,87	21,25	35,56	1,26

**Продовження додатка Б.3**

1	2	3	4	5	6	7	8
		р. Ворскла					
12	р. Ворскла – с. Чернеччина, вище села	7,73	10,16	69,72	27,21	33,86	1,82
13	р. Ворскла – с. Чернеччина, в межах села	7,72	10,02	69,65	21,48	36,50	2,34
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	7,90	10,61	73,53	17,90	24,60	4,57
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	7,66	11,40	79,80	17,90	37,60	4,67
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	7,69	10,54	73,70	17,34	26,10	5,00
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	7,86	11,92	83,24	15,86	26,51	1,73
		р. Мерла					
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	8,39	13,68	95,62	12,41	32,44	5,17
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	8,05	14,52	94,75	10,80	30,82	5,50

Середня концентрація головних іонів і величина мінералізації води річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період весняної повені (1989-2009 рр.), мг/дм<sup>3</sup>

№ з/п	Річка – пункт	НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Σ <sub>i</sub>
р. Сула								
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	253,16	68,10	85,15	57,53	21,10	89,39	574,43
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	338,67	94,17	98,68	78,84	26,70	106,07	743,13
р. Удай								
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	329,00	137,86	75,37	83,20	23,44	69,17	718,04
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	369,46	135,41	77,58	77,87	22,97	57,70	740,99
р. Псел								
5	р. Псел – с. Запсілля, в межах села	290,20	76,90	69,40	80,40	15,80	61,50	594,20
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	282,00	86,30	72,80	82,40	21,80	31,71	577,01
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	309,83	106,60	71,80	75,11	18,43	73,92	655,69
8	р. Псел – м. Гадач, 1,0 км вище міста	322,20	99,10	81,92	76,61	19,99	82,84	682,66
9	р. Псел – м. Гадач, 8,0 км нижче міста	297,80	102,11	81,53	74,71	20,15	76,31	652,61
р. Хорол								
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	361,58	115,74	93,74	81,46	24,03	33,42	709,97
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	374,87	148,50	176,41	101,18	39,74	135,57	976,27
р. Ворскла								
12	р. Ворскла – с. Чернеччина, вище села	258,1	116,9	82,2	66,1	16,5	78,2	618,1
13	р. Ворскла – с. Чернеччина, в межах села	276,0	113,3	80,9	67,2	17,9	79,3	634,7
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	276,1	114,3	94,9	94,9	22,8	78,6	658,8
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	294,3	145,6	124,2	75,2	20,2	90,8	750,3
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	301,2	115,6	126,0	70,3	27,7	96,6	737,5
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	282,7	107,6	87,2	73,4	26,6	55,8	633,3
р. Мерла								
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	308,8	108,1	94,1	65,2	25,7	88,8	690,8
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	331,6	121,2	99,1	68,7	23,0	95,7	739,3

**Додаток В.2**  
**Середня концентрація головних іонів і величина мінералізації води річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період літньо-осінньої межні (1989–2009 рр.), мг/дм<sup>3</sup>**

№	Річка – пункт	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na+K <sup>+</sup>	Σ <sub>i</sub>
р. Сула								
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	396,28	86,35	93,91	84,66	27,91	97,15	786,26
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	405,39	95,04	104,08	87,32	27,99	117,92	837,74
р. Удай								
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	404,40	94,06	86,56	88,52	32,38	107,40	813,32
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	446,23	102,52	97,91	92,09	34,75	118,73	892,23
р. Псел								
5	р. Псел – с. Запелля, в межах села	348,91	88,42	79,00	88,10	21,71	78,41	704,55
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	326,92	102,40	78,71	88,13	19,22	75,22	690,6
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	331,90	101,40	80,60	85,80	19,61	89,00	708,31
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	349,30	96,80	84,84	95,81	25,50	78,61	730,86
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	345,61	100,21	79,82	94,51	25,05	85,93	731,31
р. Хорол								
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	403,44	126,18	106,15	86,84	35,05	140,29	897,95
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	435,18	164,51	159,37	98,94	45,13	131,83	1034,96
р. Ворскла								
12	р. Ворскла – с. Чернеччина, вище села	357,7	99,8	84,4	89,4	21,9	104,3	757,5
13	р. Ворскла – с. Чернеччина, в межах села	382,7	105,6	90,5	87,9	21,0	107,3	795,0
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	362,2	111,8	80,5	105,1	20,1	73,4	733,1
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	360,1	104,1	89,3	87,8	20,2	110,5	772,0
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	358,5	110,7	94,2	93,9	24,2	100,9	782,4
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	365,5	118,7	90,9	85,2	22,8	106,4	789,5
р. Мерла								
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	361,3	98,5	77,8	76,9	23,9	108,2	746,6
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	380,4	104,8	97,5	84,9	23,8	124,3	815,7

Додаток В.3

Середня концентрація головних іонів і величина мінералізації води річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період зимової межени (1989-2009 рр.), мг/дм<sup>3</sup>

№ з/п	Річка – пункт	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Σ <sub>i</sub>
р. Сула								
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	421,52	93,11	108,82	105,36	31,92	93,96	854,69
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	432,25	100,16	114,17	109,48	28,39	102,12	886,57
р. Удай								
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	409,18	85,11	90,16	90,59	21,14	105,00	801,18
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	414,60	93,74	82,10	101,21	19,41	102,70	813,76
р. Псел								
5	р. Псел – с. Запсілля, в межах села	354,00	82,51	71,60	88,62	17,00	88,61	702,34
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	361,40	135,32	59,93	90,21	19,13	115,00	780,99
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	347,90	124,10	67,71	85,92	18,61	83,61	727,85
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	375,31	108,51	83,00	100,60	19,72	88,62	775,76
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	354,83	103,44	92,41	95,10	20,70	90,50	756,98
р. Хорол								
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	437,78	147,87	128,47	115,85	37,92	108,94	976,83
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	499,85	184,85	174,25	128,48	48,60	93,17	1129,2
р. Ворскла								
12	р. Ворскла – с. Чернечина, вище села	356,9	104,0	82,6	96,9	28,1	56,2	724,7
13	р. Ворскла – с. Чернечина, в межах села	369,2	119	76,5	97,7	28,7	69,3	760,4
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	362,2	111,8	80,5	102,4	19,8	76,9	753,6
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	366,9	113,1	96,8	103,4	42,1	99,7	822,1
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	353,8	114,8	90,5	105,4	19,9	80,0	764,4
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	378,2	115,2	63,3	95,6	25,3	93,6	771,2
р. Мерла								
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	413,3	104,5	86,5	88,5	24,2	101,9	818,9
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	390,5	110,1	92,0	97,5	20,9	104,6	815,7

Додаток Г.1

**Середня концентрація біогенних речовин у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період весняної повені (1989-2009 рр.), мг/дм<sup>3</sup>**

№ з/п	Річка – пункт	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	N заг., мгN/дм <sup>3</sup>	P <sub>мін.</sub> , мгP/дм <sup>3</sup>	P <sub>заг.</sub> , мгP/дм <sup>3</sup>	S <sub>б</sub> , мгSI/дм <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
р. Сула								
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	0,260	0,018	0,141	0,419	0,120	0,280	6,842
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	0,291	0,019	0,142	0,452	0,129	0,324	7,354
р. Удай								
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	0,572	0,023	0,141	0,940	0,123	0,296	11,369
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	0,517	0,019	0,088	0,624	0,110	0,340	11,707
р. Псел								
5	р. Псел – с. Запсілля, в межах села	0,410	0,021	0,220	0,651	0,099	0,252	11,510
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	0,331	0,040	0,260	0,631	0,151	0,410	15,230
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	0,300	0,031	0,232	0,563	0,151	0,360	13,020
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	0,463	0,030	0,220	0,713	0,154	0,451	13,723
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	0,368	0,025	0,221	0,614	0,160	0,381	8,922

**Продовження додатка Г.1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
			р. Хорол					
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	0,320	0,028	0,161	0,509	0,163	0,349	10,647
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	0,371	0,029	0,162	0,562	0,160	0,441	10,850
			р. Ворскла					
12	р. Ворскла – с. Чернеччина, вище села	0,500	0,052	0,221	0,773	0,114	0,651	12,874
13	р. Ворскла – с. Чернеччина, в межах села	0,311	0,040	0,134	0,485	0,124	0,300	14,532
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	0,352	0,021	0,195	0,568	0,121	0,434	10,417
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	0,220	0,026	0,184	0,430	0,125	0,362	8,748
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	0,283	0,019	0,180	0,482	0,155	0,360	8,720
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	0,218	0,022	0,142	0,382	0,124	0,420	8,081
			р. Мерла					
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	0,441	0,026	0,210	0,677	0,150	0,470	10,152
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	0,390	0,032	0,269	0,691	0,213	0,500	9,204

Середня концентрація біогенних речовин у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період літньо-осінньої межени (1989–2009 рр.), мг/дм<sup>3</sup>

№ з/п	Річка – пункт	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мгN/дм <sup>3</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мгN/дм <sup>3</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мгN/дм <sup>3</sup>	N <sub>заг.</sub> мгN/дм <sup>3</sup>	P <sub>мін.</sub> мгP/дм <sup>3</sup>	P <sub>заг.</sub> мгP/дм <sup>3</sup>	S <sub>б</sub> мгSI/дм <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
р. Сула								
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	0,230	0,017	0,125	0,372	0,145	0,375	7,281
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	0,259	0,019	0,134	0,412	0,173	0,402	8,425
р. Удай								
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	0,170	0,015	0,153	0,338	0,151	0,367	8,065
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	0,273	0,021	0,133	0,427	0,169	0,398	8,723
р. Псел								
5	р. Псел – с. Запсілля, в межах села	0,310	0,024	0,161	0,495	0,190	0,441	7,842
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	0,330	0,026	0,171	0,527	0,190	0,480	10,010
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	0,261	0,026	0,180	0,467	0,170	0,452	11,500
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	0,280	0,025	0,190	0,495	0,180	0,531	9,683
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	0,231	0,022	0,180	0,433	0,222	0,640	9,520



**Продовження додатка Г.2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
			р. Хорол					
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	0,353	0,025	0,132	0,510	0,252	0,571	10,814
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	0,431	0,040	0,180	0,651	0,334	0,710	10,322
			р. Ворскла					
12	р. Ворскла – с. Чернеччина, вище села	0,310	0,020	0,196	0,526	0,201	0,463	7,817
13	р. Ворскла – с. Чернеччина, в межах села	0,321	0,023	0,140	0,484	0,211	0,510	8,701
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	0,245	0,021	0,141	0,407	0,163	0,460	8,761
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	0,260	0,032	0,145	0,437	0,209	0,442	8,982
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	0,312	0,019	0,163	0,494	0,214	0,541	9,272
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	0,216	0,028	0,215	0,459	0,242	0,542	7,020
			р. Мерла					
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	0,271	0,036	0,141	0,448	0,164	0,347	8,300
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	0,324	0,065	0,230	0,619	0,213	0,410	8,116

**Додаток Г.3**  
**Середня концентрація біогенних речовин у воді річок Лівобережного Лісостепу (р.Сула, р.Псел, р.Ворскла) та їх приток за період зимової межні (1989–2009 рр.), мг/дм<sup>3</sup>**

№ з/п	Річка – пункт	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мгN/дм <sup>3</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мгN/дм <sup>3</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мгN/дм <sup>3</sup>	N <sub>заг.</sub> мгN/дм <sup>3</sup>	P <sub>мін.</sub> мгP/дм <sup>3</sup>	P <sub>заг.</sub> мгP/дм <sup>3</sup>	S <sub>p</sub> мгSi/дм <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
р. Сула								
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	0,250	0,023	0,161	0,434	0,099	0,310	8,823
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	0,414	0,025	0,191	0,630	0,117	0,359	9,275
р. Удай								
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	0,510	0,066	0,207	0,783	0,116	0,331	10,175
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	0,451	0,024	0,185	0,660	0,134	0,372	11,892
р. Псел								
5	р. Псел – с. Запсілля, в межах села	0,261	0,025	0,223	0,509	0,170	0,373	10,160
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	0,420	0,030	0,230	0,680	0,181	0,380	13,611
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	0,383	0,026	0,271	0,680	0,180	0,487	13,382
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	0,461	0,021	0,230	0,712	0,240	0,407	9,840
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	0,473	0,027	0,212	0,712	0,172	0,351	10,072
р. Хорол								
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	0,692	0,018	0,161	0,871	0,130	0,322	9,880
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	0,782	0,031	0,181	0,994	0,220	0,453	9,292

**Продовження додатка Г.3**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
			р. Ворскла					
12	р. Ворскла – с. Чернеччина, вище села	0,179	0,041	0,317	0,537	0,215	0,572	9,213
13	р. Ворскла – с. Чернеччина, в межах села	0,302	0,020	0,335	0,657	0,231	0,504	11,124
14	р. Ворскла – м. Полтава 1,5 км вище міста	0,215	0,020	0,234	0,469	0,140	0,354	9,138
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	0,230	0,025	0,252	0,507	0,130	0,337	11,304
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	0,350	0,024	0,276	0,650	0,165	0,407	7,010
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	0,231	0,024	0,242	0,497	0,163	0,382	7,054
			р. Мерла					
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	0,314	0,030	0,251	0,595	0,123	0,346	9,831
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	0,421	0,043	0,284	0,748	0,192	0,539	11,606

**Додаток Д.1**  
**Середня концентрація мікрослементів у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період весняної повені (1989–2009 рр.)**

№ з/п	Річка – пункт	Fe <sub>ар.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	Mn, мкг/дм <sup>3</sup>	Zn, мкг/дм <sup>3</sup>
р. Сула					
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	0,46	14,33	144,35	62,82
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	0,49	33,00	118,53	55,29
р. Удай					
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	0,19	4,63	21,14	27,54
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	0,22	11,74	30,10	34,64
р. Псел					
5	р. Псел – с. Запільля, в межах села	0,29	11,46	50,00	71,33
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	0,36	20,48	64,83	85,86
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	0,27	11,72	211,51	67,51
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	0,22	10,80	75,66	26,00
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	0,35	16,00	-	15,00
р. Хорол					
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	0,89	13,48	81,00	15,16
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	0,76	14,93	91,52	11,60
р. Ворскла					
12	р. Ворскла – с. Чернечина, вище села	0,80	8,61	41,54	24,30
13	р. Ворскла – с. Чернечина, в межах села	0,71	9,00	50,70	14,20
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	0,62	9,82	99,61	12,34
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	0,55	10,80	121,21	22,22
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	0,49	9,12	76,00	10,41
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	0,52	12,81	95,22	49,04
р. Мерла					
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	0,95	13,30	-	9,53
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	0,97	20,80	-	12,12

Додаток Д.2  
Середня концентрація мікроелементів у воді річок Лівобережного Лісостепу (р.Сула, р.Псел, р.Ворскла) та їх приток за період літньо-осінньої межні (1989–2009 рр.)

№ з/п	Річка – пункт	Fe <sub>ар.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	Mn, мкг/дм <sup>3</sup>	Zn, мкг/дм <sup>3</sup>
р. Сула					
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	0,37	13,59	127,07	68,23
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	0,44	12,96	93,17	53,21
р. Удай					
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	0,33	3,46	34,96	34,90
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	0,31	2,85	44,61	27,20
р. Псел					
5	р. Псел – с. Запеліша, в межах села	0,29	5,16	72,42	63,55
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	0,46	11,08	79,75	60,57
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	0,34	8,17	84,06	45,33
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	0,18	3,04	90,88	41,64
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	0,20	3,71	101,00	31,00
р. Хорол					
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	0,47	13,58	171,36	18,47
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	0,49	9,37	134,73	20,76
р. Ворскла					
12	р. Ворскла – с. Черлеччина, вище села	0,52	6,92	70,50	21,00
13	р. Ворскла – с. Черлеччина, в межах села	0,44	7,61	84,70	25,00
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	0,36	10,61	72,43	19,32
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	0,46	12,03	69,21	8,33
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	0,51	9,01	42,72	19,31
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	0,33	9,23	90,65	68,73
р. Мерла					
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	0,69	13,34	–	9,42
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	0,91	15,41	–	11,10

## Середня концентрація мікроелементів у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період зимової межени (1989–2009 рр.)

№ з/п	Річка – пункт	Fe <sub>вк.</sub> , мг/лм <sup>3</sup>	Cu, мкг/лм <sup>3</sup>	Mn, мкг/лм <sup>3</sup>	Zn, мкг/лм <sup>3</sup>
	р. Сула				
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	0,44	12,90	236,18	56,24
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	0,49	15,85	215,10	60,26
	р. Удай				
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	0,35	9,15	31,91	23,39
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	0,42	7,85	39,53	27,77
	р. Псел				
5	р. Псел – с. Запсілля, в межах села	0,42	10,06	106,12	74,45
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	0,33	6,34	131,29	63,64
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	0,42	8,08	92,44	53,27
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	0,44	2,23	110,83	22,14
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	0,85	3,40	31,00	20,33
	р. Хорол				
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	0,75	10,37	138,83	21,14
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	0,62	10,06	167,32	19,21
	р. Ворскла				
12	р. Ворскла – с. Чернечина, вище села	0,51	5,10	114,60	26,80
13	р. Ворскла – с. Чернечина, в межах села	0,52	7,20	196,93	23,51
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	0,36	9,50	91,82	17,00
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	0,42	14,81	58,62	12,26
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	0,34	5,32	86,41	17,34
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	0,47	11,44	80,47	71,50
	р. Мерла				
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	0,59	13,51	–	10,64
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	0,64	15,31	–	9,25

Середня концентрація специфічних забруднювальних речовин у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період весняної повені (1989–2009 рр.), мг/дм<sup>3</sup>

№ з/п	Річка – пункт	СПАР	Феноли	Нафтопродукти
	р. Сула			
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	0,110	0,003	0,013
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	0,110	0,006	0,011
	р. Удай			
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	0,180	0,006	0,012
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	0,181	0,006	0,011
	р. Псел			
5	р. Псел – с. Запільля, в межах села	0,141	0,005	0,040
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	0,120	0,008	0,012
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	0,140	0,008	0,012
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	0,162	0,006	0,014
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	0,110	0,005	0,014
	р. Хорол			
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	0,016	0,007	0,012
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	0,150	0,005	0,011
	р. Ворскла			
12	р. Ворскла – с. Чернещина, вище села	0,252	0,006	0,021
13	р. Ворскла – с. Чернещина, в межах села	0,090	0,006	0,015
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	0,100	0,006	0,041
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	0,120	0,006	0,010
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	0,091	0,006	0,012
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	0,100	0,003	0,020
	р. Мерла			
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	0,120	0,005	0,017
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	0,130	0,005	0,015

**Додаток Е.2**  
**Середня концентрація специфічних забруднювальних речовин у воді річок Лівобережного Лісоstepу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період літньо-осінньої межени (1989–2009 рр.), мг/дм<sup>3</sup>**

№ з/п	Річка – пункт	СПАР	Феноли	Нафтопродукти
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	0,130	0,003	0,013
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	0,120	0,005	0,017
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	0,077	0,004	0,018
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	0,117	0,005	0,014
5	р. Псел – с. Запелія, в межах села	0,100	0,005	0,010
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	0,170	0,006	0,013
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	0,170	0,006	0,020
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	0,025	0,006	0,012
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	0,131	0,005	0,014
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	0,130	0,006	0,026
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	0,131	0,007	0,047
12	р. Ворскла – с. Чернечина, вище села	0,120	0,004	0,028
13	р. Ворскла – с. Чернечина, в межах села	0,100	0,004	0,021
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	0,130	0,007	0,017
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	0,150	0,006	0,015
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	0,100	0,007	0,015
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	0,200	0,003	0,020
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	0,110	0,005	0,016
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	0,140	0,005	0,017



**Додаток Е.3**  
**Середня концентрація специфічних забруднювальних речовин у воді річок Лівобережного Лісостепу (р. Сула, р. Псел, р. Ворскла) та їх приток за період зимової межени (1989–2009 рр.), мг/дм<sup>3</sup>**

№ з/п	Річка – пункт	СПАР	Феноли	Нафтопродукти
	р. Сула			
1	р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста	0,121	0,002	0,017
2	р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста	0,130	0,004	0,030
	р. Удай			
3	р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста	0,180	0,006	0,010
4	р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста	0,175	0,005	0,010
	р. Псел			
5	р. Псел – с. Запсілля, в межах села	0,100	0,004	0,021
6	р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста	0,170	0,006	0,016
7	р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста	0,150	0,005	0,020
8	р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста	0,100	0,005	0,016
9	р. Псел – м. Гадяч, 8,0 км нижче міста	0,095	0,005	0,013
	р. Хорол			
10	р. Хорол – м. Миргород, 0,5 км вище міста	0,140	0,005	0,025
11	р. Хорол – м. Миргород, 4,0 км нижче міста	0,160	0,005	0,034
	р. Ворскла			
12	р. Ворскла – с. Чернечина, вище села	0,110	0,003	0,050
13	р. Ворскла – с. Чернечина, в межах села	0,130	0,004	0,033
14	р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста	0,110	0,005	0,015
15	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води	0,170	0,005	0,020
16	р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста	0,090	0,007	0,030
17	р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста	0,100	0,002	0,040
	р. Мерла			
18	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста	0,140	0,004	0,025
19	р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста	0,140	0,005	0,017

## Просторова динаміка якості річкових вод басейнів річок Лівобережного Лісостепу у різні сезони (1992, 2000, 2006 рр.)

Сезони	1992 р.					2000 р.					2006 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)	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>E</sub>	Клас (категорія якості вод)
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
р. Сула – м. Лубни, 0,5 км вище міста															
Весняна повінь	4,7	3,9	2,2	3,6	III (4)	2,6	3,2	3,2	3	II (3)	2,7	3,2	3,5	3,1	II (3)
Літньо-осіння межень	4,3	4	2,2	3,5	III (4)	2,3	3	3,6	2,9	II (3)	2,7	3,2	3,7	3,2	II (3)
Зимова межень	4,3	3,9	2	3,4	II (3)	3	3	3,8	3,2	II (3)	2,7	3	3,5	3,1	II (3)
р. Сула – м. Лубни, 0,2 км нижче міста															
Весняна повінь	4,3	3,9	2,2	3,5	III (4)	3	2,8	2,8	2,9	II (3)	3	3,4	3,7	3,4	II (3)
Літньо-осіння межень	4,3	3,4	2,3	3,3	II (3)	3	2,7	2,4	2,7	II (3)	3,3	3,4	3,3	3,3	II (3)
Зимова межень	4,3	3,7	1,8	3,3	II (3)	3	3,1	4	3,4	II (3)	3	3,7	3	3,2	II (3)
р. Удай – м. Прилуки, 0,8 км вище міста															
Весняна повінь	3,7	3,2	2,7	3,2	II (3)	3	3	1,8	2,6	II (3)	-	-	-	-	-
Літньо-осіння межень	2,7	3,7	2,4	2,9	II (3)	3	3	1,6	2,5	II (3)	2,7	3,9	1,8	2,8	II (3)
Зимова межень	2,3	3,9	2,4	2,9	II (3)	3,3	2,6	2	2,6	II (3)	-	-	-	-	-

**Продовження додатка Ж.1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
р. Удай – м. Прилуки, 1,0 км нижче міста															
Весняна повінь	3	3,5	2,6	3	П (3)	2,7	3	1,8	2,5	П (3)	-	-	-	-	-
Літньо-осіння межень	2,7	3,8	2,4	3	П (3)	3,3	3,2	1,4	2,6	П (3)	3,3	4	1,7	3	П (3)
Зимова межень	2,7	4	2,3	3	П (3)	3	3	1,6	2,5	П (3)	-	-	-	-	-
р. Псел – с. Запсілля, в межах села															
Весняна повінь	-	-	-	-	-	3	3,2	2	2,7	П (3)	-	-	-	-	-
Літньо-осіння межень	2,7	3,9	-	3,3	П (3)	3,7	3,9	2	3,2	П (3)	2,7	3,9	2,8	3,1	П (3)
Зимова межень	3,3	3,8	1,7	2,3	П (2)	-	-	-	-	-	2,7	4,2	2,5	3,1	П (3)
р. Псел – м. Суми, 0,5 км вище міста															
Весняна повінь	3,3	4,5	1,7	3,2	П (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Літньо-осіння межень	3,3	4,1	1,7	3	П (3)	2,7	3	2,4	2,7	П (3)	3	4,3	2,7	3,3	П (3)
Зимова межень	3	3,7	1,7	2,8	П (3)	-	-	-	-	-	3	4,1	2,2	3,1	П (3)
р. Псел – м. Суми, 6,0 км нижче міста															
Весняна повінь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Літньо-осіння межень	2,7	3,3	2,3	2,8	П (3)	3	3,4	2,8	3,1	П (3)	2,7	3,3	2,3	2,8	П (3)
Зимова межень	2,7	2,8	2,8	2,8	П (3)	3	4	2	3	П (3)	2,7	3	2,8	2,8	П (3)
р. Псел – м. Гадяч, 1,0 км вище міста															
Весняна повінь	3,7	3,7	1,7	3	П (3)	3	2,8	2	2,6	П (3)	-	-	-	-	-
Літньо-осіння межень	4,3	3,2	1,7	3,1	П (3)	3	3,2	2,4	2,9	П (3)	2,7	3,6	2,7	3	П (3)
Зимова межень	4	3,5	1,5	3	П (3)	-	-	-	-	-	3,3	3,4	2	2,9	П (3)



**Продовження додатка Ж.1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
р. Ворскла – м. Полтава, 1,5 км вище міста															
Весняна повінь	4,3	3,9	2	3,4	II (3)	2,7	3,1	2,8	2,9	II (3)	3,3	2,6	2,3	2,7	II (3)
Літньо-осіння межень	4	3,5	2	3,2	II (3)	3,3	2,8	3,4	3,2	II (3)	3	3	3	3	II (3)
Зимова межень	4,3	3,5	1,8	3,2	II (3)	2,7	3,4	3	3	II (3)	2,3	3,1	2,2	2,5	II (3)
р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче скиду води															
Весняна повінь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	3	2,8	3	II (3)
Літньо-осіння межень	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	3,6	2,8	3,2	II (3)
Зимова межень	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7	3,4	1,7	2,6	II (3)
р. Ворскла – м. Полтава, 2,3 км нижче міста															
Весняна повінь	-	-	-	-	-	3	2,9	2,8	2,9	II (3)	-	-	-	-	-
Літньо-осіння межень	-	-	-	-	-	3,7	3	3	3,2	II (3)	-	-	-	-	-
Зимова межень	-	-	-	-	-	2,7	3,6	2	2,8	II (3)	-	-	-	-	-
р. Ворскла – м. Кобеляки, в межах міста															
Весняна повінь	2	2,6	3,8	2,8	II (3)	3	2,8	-	2,9	II (3)	2,3	3,2	2,8	2,8	II (3)
Літньо-осіння межень	4	3,5	1,8	3,1	II (3)	3,7	3,3	3,6	3,5	III (4)	3,3	3,2	3	3,2	II (3)
Зимова межень	3	3,5	2,7	3,1	II (3)	2,7	3	2	2,6	II (3)	3,3	3,5	3,3	3,4	II (3)
р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км вище міста															
Весняна повінь	4	3,8	2,5	3,4	II (3)	3	3,1	2	2,7	II (3)	-	-	-	-	-
Літньо-осіння межень	4,3	3,9	2,3	3,5	III (4)	2,7	3,3	2	2,7	II (3)	3	2,9	2	2,6	II (3)
Зимова межень	4	4,1	1,8	3,3	II (3)	2,7	3,2	2	2,6	II (3)	3,3	3,3	2	2,9	II (3)
р. Мерла – м. Богодухів, 1,0 км нижче міста															
Весняна повінь	4	4,3	2,3	3,5	III (4)	3	3,4	2	2,8	II (3)	-	-	-	-	-
Літньо-осіння межень	3,7	4,7	2	3,5	III (4)	3,3	3,6	2	3	II (3)	3	4,1	2	3	II (3)
Зимова межень	3,7	4	1,8	3,2	II (3)	3,3	3,2	2	2,8	II (3)	3,7	4,2	2	3,3	II (3)

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ** Валентин Кирилович  
**ВИНАРЧУК** Ольга Олександрівна  
**ГОНЧАР** Олеся Миколаївна  
**ЗАБОКРИЦЬКА** Мирослава Романівна  
**КРАВЧИНСЬКИЙ** Руслан Леонідович  
**СТАШУК** Василь Андрійович  
**ЧУНАРЬОВ** Олексій Васильович

**ГІДРОХІМІЯ РІЧОК  
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Навчальний посібник

За редакцією  
В.К. Хільчевського та В.А. Сташука

Оригінал-макет авторський

Підписано до друку 24.12.2013. Формат 60x84/16. Папір офсетний.  
Умовн. друк. арк. 13,49. Наклад 300 пр. Зам.№134.

ТОВ НВП «Ніка-Центр». 01135, Київ-135, а/с192  
т./ф. (044) 39-011-39; e-mail: psyhea@i.com.ua, psyhea9@gmail.com  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
Видавничої справи ДК №1399 від 18.06.2003

Віддруковано у ТОВ «Зеніт».  
21100, м. Вінниця, вул. 1 Травня, буд.30а.  
Свідоцтво №34213919 від 15.08.2005