

О.О. Ухань, В.І. Осадчий, Ю.Б. Набиванець, Н.М. Осадча, Д.В. Глотка

ТИПІЗАЦІЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ ЗА ВМІСТОМ ГОЛОВНИХ ІОНІВ, БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ТА РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ

Проведено типізацію поверхневих вод басейну Південного Бугу за вмістом головних іонів та загальною мінералізацією води, за сполуками азоту, органічними речовинами (за БСК5), розчиненим у воді киснем. Продемонстровано вплив природних чинників на формування та просторовий розподіл зазначених гідрохімічних параметрів. Виявлено закономірності розподілу біогенних та органічних речовин у воді приток Південного Бугу.

Ключові слова: хімічний склад, головні іони, кисневий режим, біогенні елементи.

Вступ

Південний Буг – третя за довжиною річка України і найбільша, яка тече винятково її територією (Хмельницька, Вінницька, Кіровоградська, Одеська та Миколаївська області). Площа басейну річки – 63700 км², довжина 806 км. Протікає центральними й південними областями країни через фізико-географічні зони лісостепу та степу [8, 12].

У басейні Південного Бугу протікає 6594 річки. Здебільшого це малі річки довжиною менше ніж 10 км, 15 річок мають протяжність понад 100 км. Пункти спостереження за хімічним складом (у мережі ДСНС України) розташовано на річках Рів, Соб, Кодима, Синюха, Велика Вись, Ятрань, Чорний Ташлик, Мертвовід та Інгул.

Кліматичні умови завдяки значній протяжності території змінюються від помірно континентальних у верхів'ї та середній частині до посушливих у південній частині басейну. Середня багаторічна температура у верхній та середній частині басейну коливається в межах від 7,1 до 8,1° С. Річна норма опадів тут змінюється від 670 до 550 мм, поступово зменшуючись на південь. Середньорічна температура нижньої частини басейну більша і коливається від 8 до 10° С, натомість річна кількість опадів зменшується до 470-540 мм [7, 8].

Живлення поверхневих вод Південного Бугу відбувається за рахунок талих вод у весняний і зимовий періоди та дощових опадів у період літньо-осінньої межени. Підземний стік в басейні незначний, проте в межений період підземні води також є джерелом живлення річок басейну

[9]. Мінералізація підземних вод басейну залежно від порід залягання та глибини змінюється від 0,6 г/дм³ до 1,5 г/дм³, склад – з гідрокарбонатно-кальцієвого у верхній та середній частині до сульфатно (хлоридно)-гідрокарбонатно-кальцієвого в нижній частині басейну [1, 14].

Грунтовий комплекс як середовище з певним хімічним складом та властивостями також впливає на формування та динаміку компонентів хімічного складу та якості поверхневих вод досліджуваного басейну. Грунти у верхній частині басейну представлено чорноземами типовими малогумусними, які в південно-східному напрямку змінюються на світло-сірі та темно-сірі опідзолені. Характерною особливістю чорноземів цього типу є глибокий гумусовий шар (до 100-120 см), карбонати залягають на невеликій глибині. Уміст гумусу й насиченість основами поступово зменшуються від верхніх горизонтів до глибших. Унаслідок зернистої структури верхнього горизонту цих ґрунтів втрати вологи шляхом випаровування порівняно невеликі. Для світло-сірих ґрунтів характерний малопотужний гумусовий горизонт (15-20 см) світло-сірого кольору, як і гумусово-елювіальний, що відрізняється сланцюватою або плитчастою структурою. Уміст гумусу від 1,5-3 % до 5 %, в його складі переважають фульвокислоти, що обумовлює кислу реакцію ґрунтів цього підтипу [2, 8].

Басейн р. Південний Буг характеризується високим рівнем господарської діяльності. Населення регіону становить 8 % від загального населення України. Водозбір річки відзначається високим ступенем сільськогосподарського осво-

ення – сільськогосподарські угіддя в загальній площі басейну становлять 81 %. Господарська діяльність зумовила зменшення площ незайманих природних ландшафтів, в результаті чого в басейні активізувались ерозійні процеси. Щорічний змив ґрунту веде до втрат гумусу, надходження у водне середовище сполук азоту та фосфору, що призводить до зниження родючості ґрунтів, погіршення якості води та водного режиму річок.

Зазначені вище чинники суттєво впливають на формування хімічного складу та якості поверхневих вод басейну, дослідження динаміки яких у просторі та часі є **метою цієї роботи**.

Результати та їх обговорення

Головні іони та мінералізація. Для загальної мінералізації води річок басейну Південного Бугу характерна природна зональність та переважно гідрокарбонатно-кальцієвий склад. Винятком є р. Мертвовід, в складі якої домінують сульфатні іони та іони натрію. Для виявлення просторових особливостей розподілу мінералізації води та подальшого детального вивчення хімічного складу поверхневих вод басейну було проведено їх типізацію за величиною суми іонів.

На основі проведеної типізації (обирали щорічні строкові дані) воду річок басейну Південного Бугу за величиною загальної мінералізації поділено на 4 групи таким чином:

- 1) річки верхньої частини басейну – Соб, Рів, Бужок. Мінералізація води річок коливається від 160 до 840 мг/дм³ з середньобогаторічним значенням 480 мг/дм³;
- 2) річки середньої частини басейну – Ятрань, Савранка, Синюха, Велика Вись, у воді яких уміст головних іонів перебуває в межах $280 < \Sigma i > 1200$ мг/дм³, середня концентрація – 708 мг/дм³;
- 3) річки з мінералізацією води від 420 до 1555 мг/дм³ – Кодима, Інгул, середньобогаторічне її значення – 938 мг/дм³;
- 4) річки нижньої частини басейну, де вміст головних іонів у воді від 470 до 2300 мг/дм³ (з середньобогаторічною концентрацією 1100 мг/дм³) – Чорний Ташлик, Мертвовід (рис. 1).

Найменші величини мінералізації води приаманні річкам верхів'я басейну. Унаслідок достатньої кількості опадів, невисоких середньорічних температур повітря втрати вологи на випаровування несуттєві і більша частина опадів формує поверхневий стік річок верхів'я басейну. Розташування території в межах Подільської височини з відмітками 399-120 м сприяє швидшому надходженню атмосферних опадів до руслової

мережі та формуванню хімічного складу води з незначною мінералізацією.

Підземні води верхів'я басейну, яким належить вагома роль у живленні під час меженого періоду, характеризуються глибинами залягання від одиниць до 30-75 м і загальною мінералізацією не більше ніж 0,7 г/дм³.

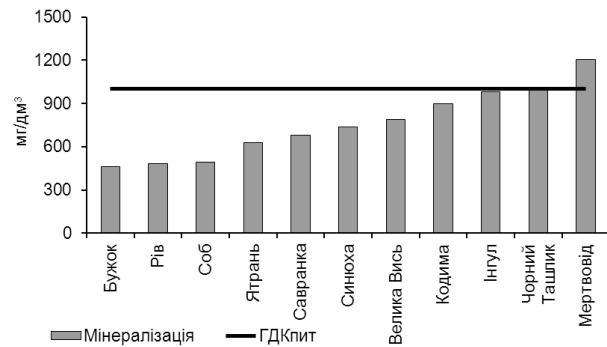


Рис. 1. Мінералізація річок басейну Південного Бугу

Дещо вищою є мінералізація поверхневих вод середньої частини басейну. Зменшення кількості опадів (до 500 мм), зростання середньорічної температури повітря (до +10° С) та зменшення похилу поверхні сприяє зростанню величини випаровування, унаслідок чого зменшується загальна кількість вологи, що надходить до руслової мережі.

Глибина залягання підземних вод тут не перевищує 15 м, загальна мінералізація сягає 1,5 г/дм³, що сприяє підвищенню останньої в річкових водах під час живлення в межений період. За складом підземні води переважно гідрокарбонатно-кальцієві.

Найбільшою мінералізацією характеризуються річки нижньої частини досліджуваного басейну (3 та 4 група). Значення мінералізації води річок перебувають на межі гранично-допустимих концентрацій для питного водопостачання (ГДК_{пит}), а для води р. Мертвовід незначно перевищують їх. Територія нижньої частини басейну Південного Бугу розташована в межах степової зони, кліматичні умови якої характеризуються річною кількістю опадів не більше ніж 400 мм та середньорічними температурами на 3-4° С більшими, ніж у верхів'ї басейну. Втрати вологи на випаровування є суттєвішими, а розташування цієї частини території в межах Причорноморської низовини сприяє більшій інфільтрації вологи, унаслідок чого розбавлення річкових вод є незначним. У результаті зростання величини випаровування й транспірації води рослинним покривом осно-

вна частина ґрунтової вологи витрачається не на стікання схилами ґрунтових горизонтів, а на поповнення верхніх, посушливіших шарів ґрунту [1, 4]. Крім того, треба враховувати й гідрогеологічні особливості, а саме, живлення підземними водами більшої мінералізації. Глибини залягання підземних вод цієї частини басейну коливаються від 3-10 м у долинах річок до 160 м на вододілах, склад коливається від гідрокарбонатно-кальцієвих до сульфатно-хлоридних, а загальна мінералізація від 1 до 7 г/дм³ [9, 14].

Просторовий розподіл загальної мінералізації води басейну Південного Бугу представлено на рис. 2.

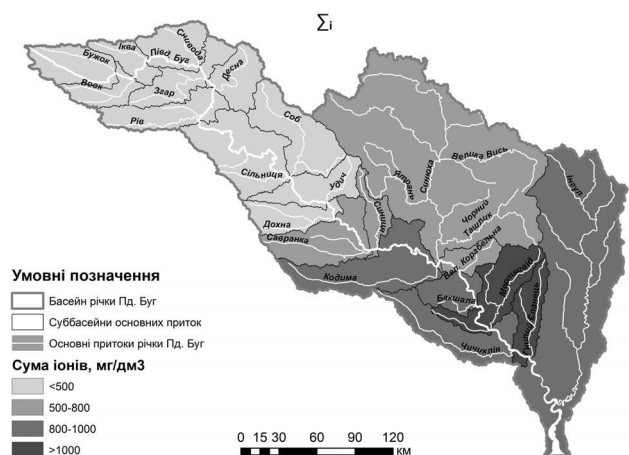


Рис. 2. Середні значення загальної мінералізації поверхневих вод басейну Південного Бугу

Відповідно до класифікації Алюкіна О. О. поверхневі води басейну належать до гідрокарбонатного класу групи кальцію. Уміст іонів HCO_3^- майже для всіх річок басейну є домінуючим у складі та змінюється несуттєво. За вмістом гідрокарбонатних іонів річки басейну можна поділити на такі групи:

- 1) річки, де вміст іонів HCO_3^- в межах від 193 до 500 мг/дм³ з середньорічними концентраціями до 290 мг/дм³ – Рів, Бужок;
- 2) річки з концентраціями іонів $160 > \text{HCO}_3^- < 600$ мг/дм³ з середньобагаторічним умістом до 350 мг/дм³ – Соб, Мертвовід, Ятрань, Інгул;
- 3) річки, у воді яких уміст іонів HCO_3^- перебував у межах від 150 до 650 мг/дм³, а середньобагаторічні концентрації становили 414 мг/дм³ – Синюха, Чорний Ташлик, Савранка, Кодима, Велика Вись (рис. 3-4).

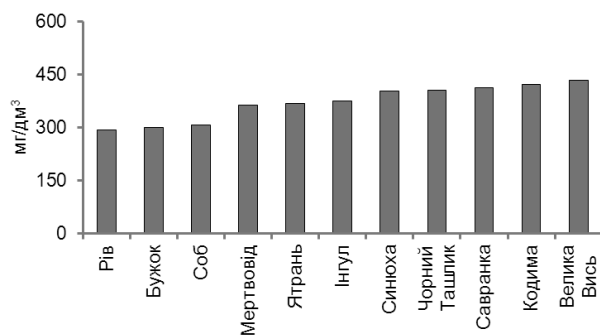


Рис. 3. Уміст гідрокарбонатних іонів у воді річок басейну Південного Бугу

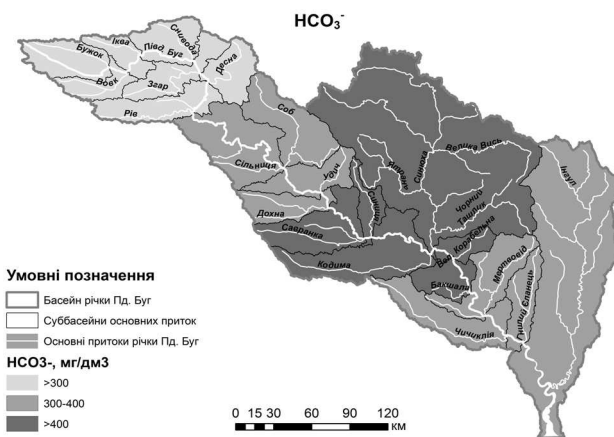


Рис. 4. Середні значення гідрокарбонатних іонів у поверхневих водах басейну Південного Бугу

Незначна амплітуда коливань іонів HCO_3^- пояснюється особливостями літологічного складу підстильних порід, основою яких є гранітогнейси, які на пригірловій ділянці змінюються глинами, пісками та пісковиками з проверстками мергелів та вапняків [10, 11]. Крім того, достатня кількість опадів у верхній та середній частинах басейну створює промивний режим ґрунтів на цій території.

Посушливий клімат степової зони сприяє концентруванню та накопиченню розчинених солей у ґрунтових водах унаслідок посиленого випаровування, дуже повільного руху останніх та постійного надходження розчинених солей із верхніх горизонтів ґрунтів. Для сульфатних (SO_4^{2-}) та хлоридних (Cl^-) іонів найвищі середньорічні значення були характерні саме для вод річок Інгул, Чорний Ташлик та Мертвовід степової зони басейну (рис. 5-6).

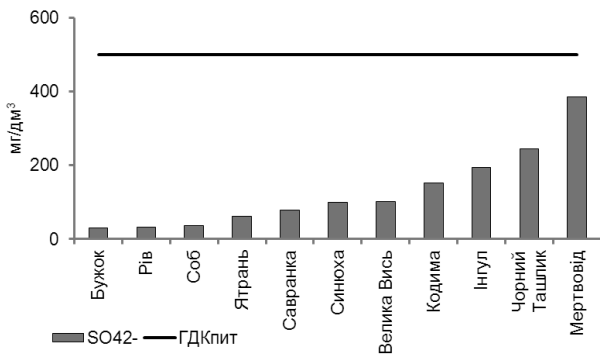


Рис. 5. Уміст сульфатних іонів у воді річок басейну Південного Бугу

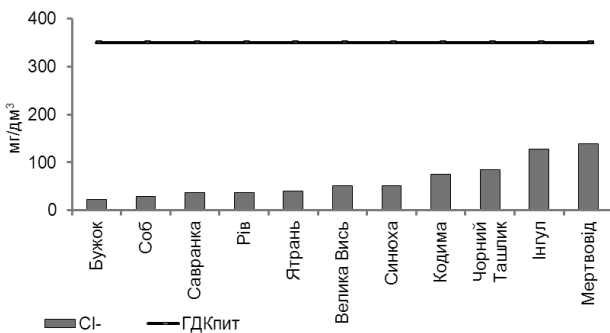


Рис. 6. Уміст хлоридних іонів у воді річок басейну Південного Бугу

За вмістом сульфатних іонів у басейні можна виділити такі групи річок:

- 1) річки зі вмістом іонів SO_4^{2-} від 15 до 100 мг/дм³, з середньорічними концентраціями до 33 мг/дм³ – Бужок, Рів, Соб;
- 2) річки, де концентрація іонів SO_4^{2-} коливається від 15 до 240 мг/дм³, з середньобагаторічною концентрацією 71 мг/дм³ – Ятрань, Савранка;
- 3) річки зі значеннями іонів SO_4^{2-} в межах 20-570 мг/дм³ з середнім умістом 137 мг/дм³ – Синюха, Велика Вись, Кодима, Інгул;
- 4) річки з концентрацією іонів SO_4^{2-} від 54 до 1012 мг/дм³ із середнім умістом до 315 мг/дм³ – Чорний Ташлик, Мертвовід.

Поверхневі води басейну за вмістом хлоридних іонів було згруповано таким чином:

- 1) річки з концентрацією іонів Cl^- у межах 15-109 мг/дм³ – Бужок, Соб, Савранка, Рів, Ятрань – середньобагаторічна концентрація дорівнювала 31 мг/дм³;
- 2) річки, де вміст іонів Cl^- перебував у межах від 20 до 190 мг/дм³, з середньою концентрацією до 60 мг/дм³ – Велика Вись, Синюха, Кодима, Чорний Ташлик;
- 3) річки з інтервалом коливання вмісту іонів Cl^-

від 45 до 500 мг/дм³, з середньобагаторічним значенням 132 мг/дм³ – Інгул, Мертвовід.

Картосхеми розподілу сульфатних та хлоридних іонів у поверхневих водах досліджуваного басейну представлено на рис. 7-8.

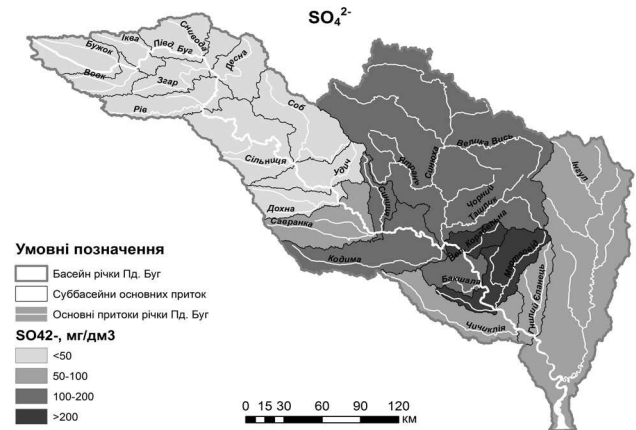


Рис. 7. Середні значення сульфатних іонів у поверхневих водах басейну Південного Бугу

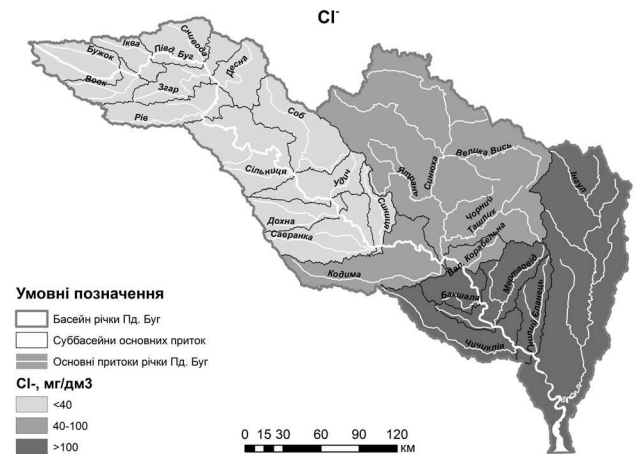


Рис. 8. Середні значення хлоридних іонів у поверхневих водах басейну Південного Бугу

Домінування в хімічному складі іонів кальцію притаманне слабкомінералізованим річкам з переважно сніговим та дощовим живленням. Це характерно для більшості річок басейну Південного Бугу.

У складі більш високомінералізованих вод (річки Інгул, Мертвовід та Чорний Ташлик) уміст іонів кальцію знижується, поступаючись натрієвим іонам [1, 12].

Типізація річок басейну Південного Бугу за вмістом іонів Ca^{2+} має такий вигляд:

- 1) річки Ятрань, Синюха та Велика Вись, у воді яких концентрації іонів кальцію перебували

- в межах від 17 до 163 мг/дм³, середньорічний уміст дорівнював 65 мг/дм³;
- 2) річки з концентраціями досліджуваних іонів від 20 до 200 мг/дм³ та середньорічними значеннями до 74 мг/дм³ – Рів, Бужок, Соб, Савранка;
 - 3) річки зі вмістом іонів кальцію від 25 до 239 мг/дм³ та середньобагаторічною концентрацією до 86 мг/дм³ – Чорний Ташлик, Кодима, Інгул;
 - 4) річка Мертвовід, у воді якої вміст іонів Ca²⁺ перебував у межах від 26 до 260 мг/дм³, а середньорічні концентрації зростали до 108 мг/дм³ (рис. 9-10).

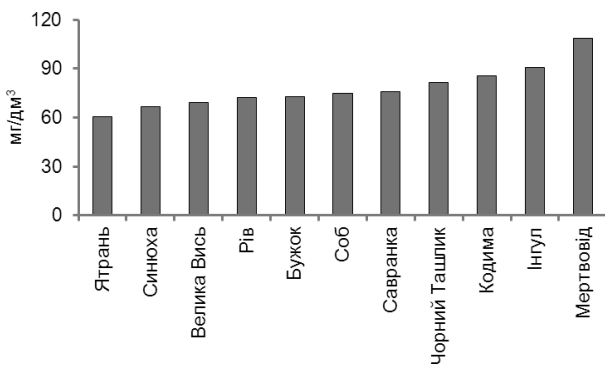


Рис. 9. Уміст іонів кальцію у воді річок басейну Південного Бугу

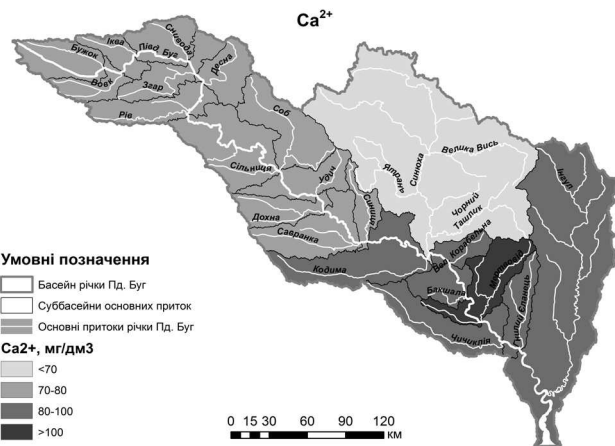


Рис. 10. Середні значення іонів кальцію в поверхневих водах басейну Південного Бугу

Іони магнію рідко домінують у хімічному складі поверхневих вод басейну. Уміст їх на рівні 1,4 ГДК_{пит} був характерний лише для р. Мертвовід. Типізація досліджуваних річок басейну за вмістом іонів Mg⁺ має такий вигляд:

- 1) річки зі вмістом іонів магнію в межах від 7 до 71 мг/дм³ – Рів, Соб, Бужок, середньорічні концентрації сягали 22 мг/дм³;

- 2) річки, у воді яких кількість іонів Mg⁺ змінювалася з 10 до 95 мг/дм³ із середньобагаторічною концентрацією до 40 мг/дм³ – Ятрань, Савранка, Інгул, Велика Вись, Кодима, Сіноха;
- 3) річки з концентраціями іонів магнію в межах 15-127 мг/дм³ та середнім умістом до 60 мг/дм³ – Чорний Ташлик, Мертвовід (рис. 11-12).

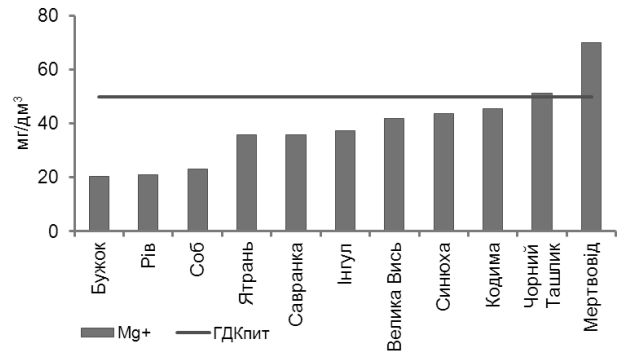


Рис. 11. Уміст іонів магнію в поверхневих водах басейну Південного Бугу

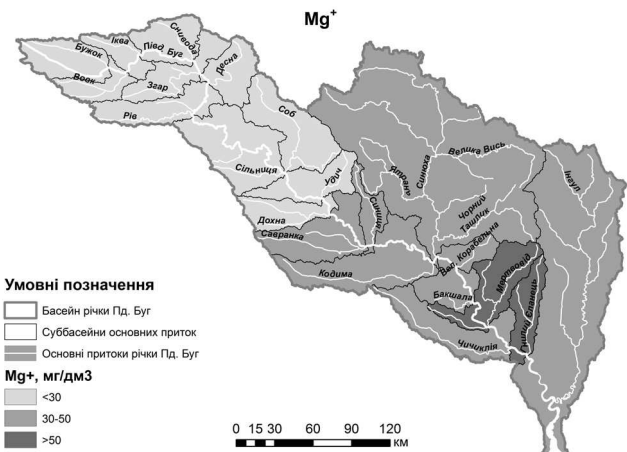


Рис. 12. Середні значення іонів магнію в поверхневих водах басейну Південного Бугу

У наймінералізованіших притоках Південного Бугу (Інгул, Мертвовід та Чорний Ташлик) порівняно з іншими притоками спостерігалися зміни в катіонному складі – домінуюче місце посідали іони натрію. Уміст іонів Na⁺ в межах басейну характеризувався більшою амплітудою абсолютних значень і змінювався від 20 мг/дм³ у річках лісостепової зони до 100-110 мг/дм³ у південній частині басейну (рис. 13).

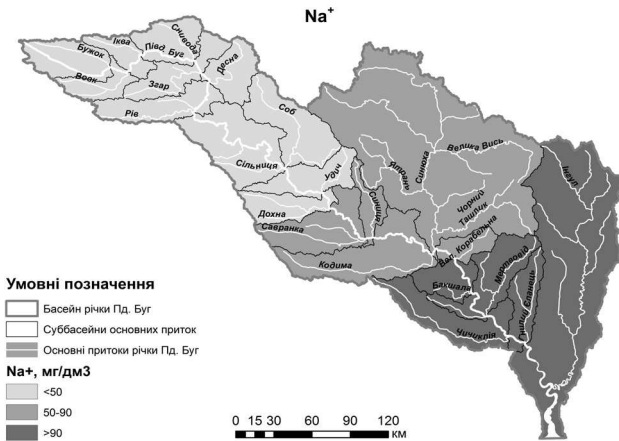


Рис. 13. Середні значення іонів натрію в поверхневих водах басейну Південного Бугу

За вмістом іонів Na^+ річки басейну Південного Бугу було протипізовано таким чином:

- 1) річки, зі вмістом іонів натрію в межах від 9 до 147 мг/дм^3 – Соб, Рів, Бужок, Ятрань. Середньобаторічна концентрація становила 30 мг/дм^3 ;
- 2) річки з концентрацією іонів Na^+ в межах 16 – 257 мг/дм^3 та середнім вмістом до 58 мг/дм^3 – Савранка, Синюха, Велика Вись, Кодима;
- 3) річки, де вміст іонів натрію змінювався від 20 до 368 мг/дм^3 – Чорний Ташлик, Мертвовід, Інгул, середні концентрації сягали 122 мг/дм^3 (рис. 14).

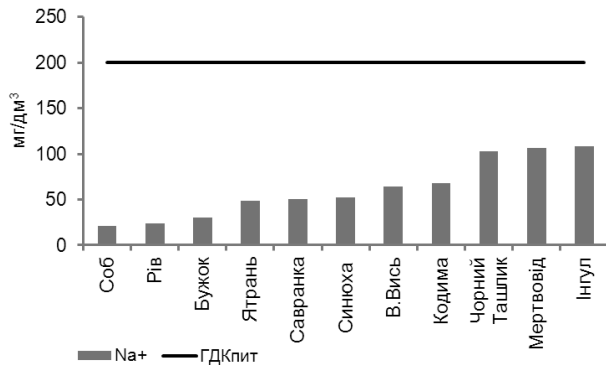


Рис. 14. Уміст іонів натрію у воді річок басейну Південного Бугу

Загальний уміст калію в поверхневих водах басейну перебував у межах 6 – 50 мг/дм^3 . Найменшим умістом характеризувалися води верхньої частини басейну – Рів, Соб, Бужок, найбільшим – річки Інгул та Чорний Ташлик (рис. 15).

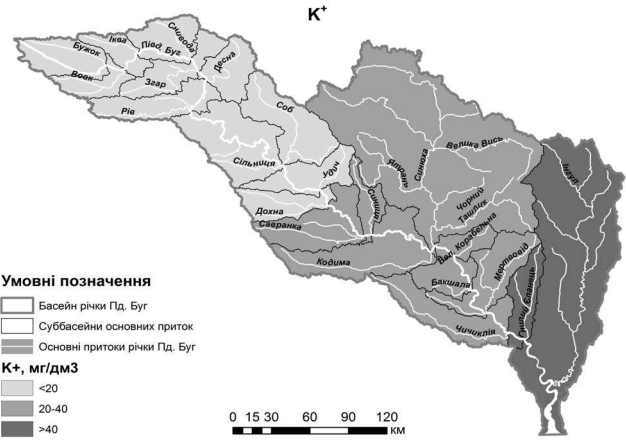


Рис. 15. Середні значення іонів калію в поверхневих водах басейну Південного Бугу

Типізація річок басейну Південного Бугу за кількістю калію у воді виглядає так:

- 1) річки Соб, Рів та Бужок зі вмістом іонів калію в межах від 2 до 38 мг/дм^3 і середньобаторічними концентраціями до 10 мг/дм^3 ;
- 2) річки, у воді яких концентрація іонів K^+ змінювалася з 4 до 116 мг/дм^3 , середньобаторічні концентрації дорівнювали 28 мг/дм^3 – Ятрань, Савранка, Синюха, Кодима, Велика Вись, Мертвовід;
- 3) річки Інгул та Чорний Ташлик, де вміст іонів калію перебував у межах 5 – 95 мг/дм^3 , а середньорічні концентрації становили 30 мг/дм^3 (рис. 16).

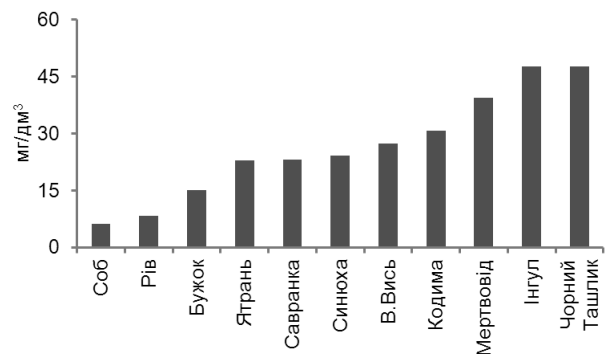


Рис. 16. Уміст іонів калію у воді річок басейну Південного Бугу

Кисневий режим

Поверхневі води Південного Бугу вирізняються високою насиченістю розчиненим киснем. Чинником, що сприяє покращенню кисневого режиму, є наявність порожистих ділянок, де відбувається перемішування води [3, 6, 10].

Проведені дослідження кисневого режиму річок басейну Південного Бугу показали, що бага-

Для річок Чорний Ташлик та Бужок найвищі строкові концентрації ОР (до 8 мг $O_2/дм^3$) за величиною БСК₅ були характерні переважно для березня та квітня – період надходження легкоокиснюваних ОР з поверхнево-схиловим стоком до річкової мережі (рис. 21).

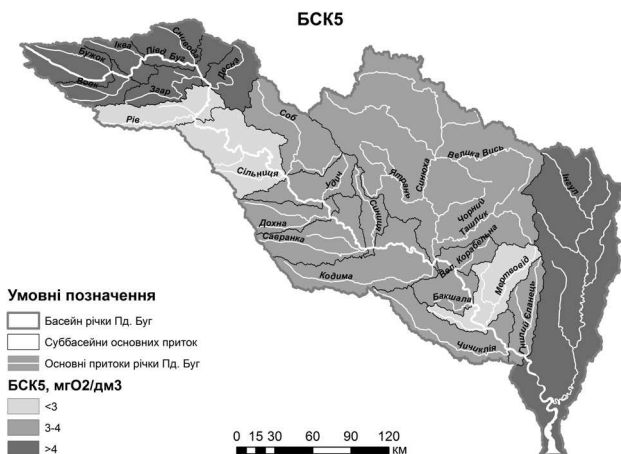


Рис. 21. Середні значення органічної речовини (за БСК₅) в поверхневих водах басейну р. Південний Буг

Біогенні елементи

Концентрації біогенних елементів (мінеральні сполуки азоту та фосфору) в поверхневих водах басейну характеризувалися незначною амплітудою коливань – 0,8-1,3 мг $N/дм^3$ для сполук $N_{мін}$ (рис. 22) та 0,11-0,20 мг $P/дм^3$ для сполук $P_{мін}$.

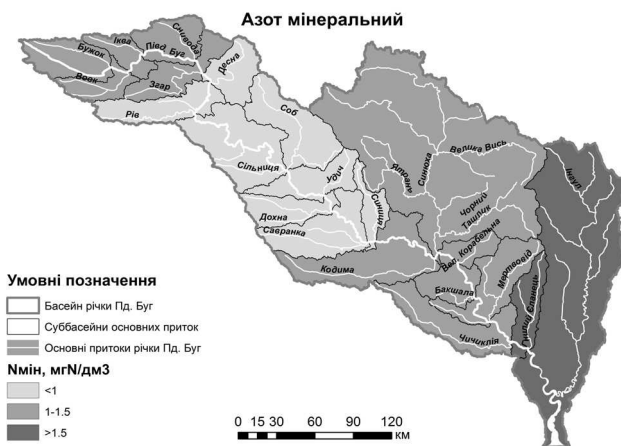


Рис. 22. Середні значення сполук $N_{мін}$ в поверхневих водах басейну р. Південний Буг

У компонентному складі домінує амонійна форма азоту для річок Рів, Соб, Бужок та Інгул, нітратна форма – для решти річок басейну. Найбільші концентрації азоту $N-NO_3^-$ – у високомі-

нералізованих притоках степової частини Південного Бугу.

Для поверхневих вод басейну Південного Бугу характерний підвищений уміст амонійного азоту, середньорічні концентрації – на рівні 1,5-2 $ГДК_{пит}$. За вмістом іонів NH_4^+ в басейні Південного Бугу було виділено такі групи річок:

- 1) річки, де вміст амонійного азоту перебував у межах від 0,01 до 4,4 мг $N/дм^3$, з середньорічними концентраціями 0,3 мг $N/дм^3$ – Савранка;
- 2) річки з концентраціями іонів NH_4^+ у воді в межах від 0,04 до 9,4 мг $N/дм^3$, з середньобаторічними концентраціями до 0,43 мг $N/дм^3$ – Рів, Інгул, Ятрань, Синюха, Велика Вись, Мертвовід, Соб;
- 3) річки з інтервалом коливань амонійного азоту від 0,01 до 8,4 мг $N/дм^3$ – Кодима, Чорний Ташлик, Бужок (рис. 23).

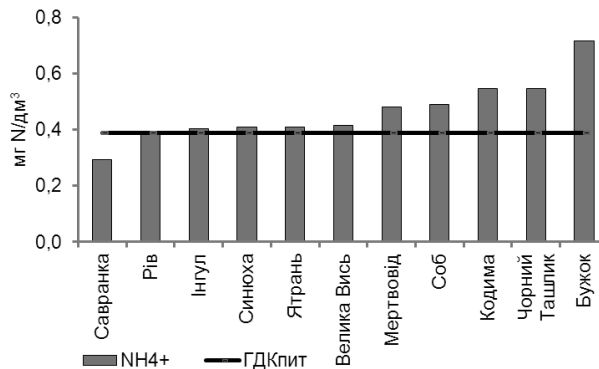


Рис. 23. Уміст амонійного азоту у воді річок басейну Південного Бугу

За середньобаторічною концентрацією найменшим умістом характеризувалися поверхневі води р. Савранка – 0,29 мг $N/дм^3$, найбільшим – р. Бужок (до 0,8 мг $N/дм^3$). Зважаючи на відсутність у межах р. Бужок великих міських агломерацій та промислових об’єктів, високі концентрації амонійного азоту переважно мають природне походження. Проведений аналіз даних показав, що найвищі концентрації амонійного азоту ($>1,3$ мг $N/дм^3$) притаманні р. Бужок переважно протягом холодного періоду року (січень-лютий, жовтень-листопад), що обумовлено процесом мінералізації органічних речовин в умовах слабкого споживання фітопланктоном. Крім того, значна кількість амонію може надходити з поверхневим стоком, а також з атмосферними опадами, у складі яких NH_4^+ нерідко переважає над іншими іонами [1, 14]. Картосхему просторового розподілу амонійного азоту в поверхневих водах басейну представлено на рис. 24.

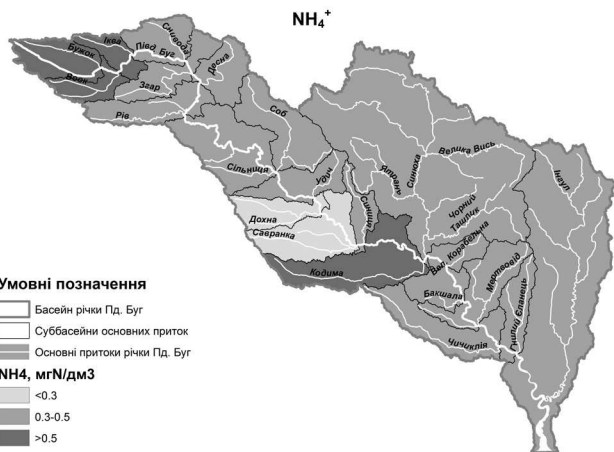


Рис. 24. Середні значення амонійного азоту в поверхневих водах басейну р. Південний Буг

Згідно з проведеною типізацією річки басейну за вмістом $N-NO_3^-$ поділено на такі групи:

- 1) річки зі вмістом іонів NO_3^- в межах 0,01-3,08 мг N/дм³ із середньою концентрацією 0,33 – Соб, Інгул, Бужок, Рів;
- 2) річки зі значеннями нітратного азоту від 0,02 до 7,47 мг N/дм³ – Велика Вись, Ятрань, Савранка, Мертвовід, Синюха, Кодима. Середньо багаторічна концентрація дорівнювала 0,63 мг N/дм³ (рис. 25-26).

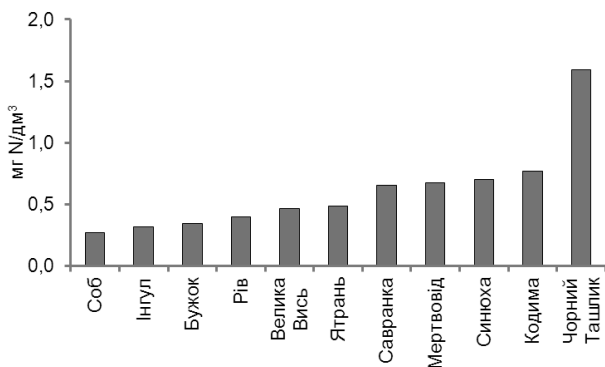


Рис. 25. Уміст нітратного азоту у воді річок басейну Південного Бугу

Окремо треба виділити р. Чорний Ташлик, де вміст іонів NO_3^- був найбільшим і дорівнював 1,38 мг N/дм³. На нашу думку, це пов'язано зі зростанням нітратного азоту завдяки процесам нітрифікації (уміст іонів NH_4^+ у воді річки також досить високий) та стоком із сільськогосподарських угідь та зрошуваних полів, на яких застосовуються азотні добрива.

Для поверхневих вод басейну Південного Бугу характерне 1,5-4-кратне перевищення вмісту

сполук $P_{\text{мін}}$ щодо величини еколого-допустимого рівня, що свідчить про загальний характер забруднення поверхневих вод (рис. 27).

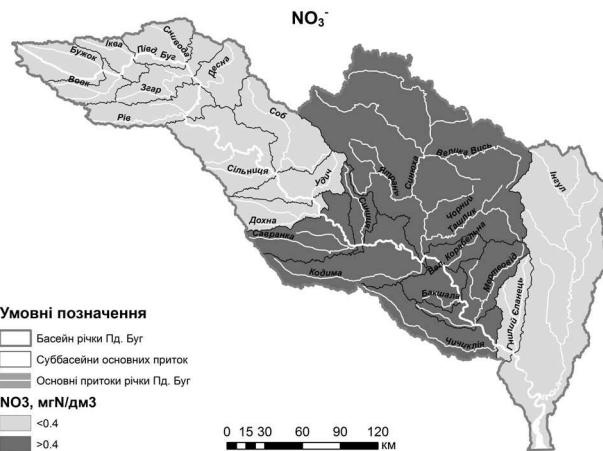


Рис. 26. Середні значення нітратного азоту в поверхневих водах басейну р. Південний Буг

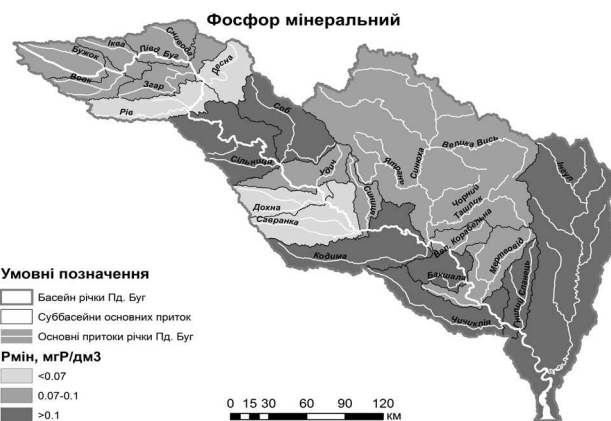


Рис. 27. Середні значення сполук $P_{\text{мін}}$ у поверхневих водах басейну р. Південний Буг

Типізація поверхневих вод басейну за вмістом сполук $P_{\text{мін}}$ така:

- 1) річки з концентраціями сполук $P_{\text{мін}}$ 0,005-0,297 мг P/дм³ – Рів, Синюха, Ятрань, Савранка та середнім умістом до 0,07 мг P/дм³;
- 2) річки, де вміст сполук мінерального фосфору перебував у межах від 0,01 до 0,66 мг P/дм³ – Мертвовід, Велика Вись, Бужок. Середні концентрації сягали 0,09 мг P/дм³;
- 3) річки зі значеннями $P_{\text{мін}}$ у межах від 0,02 до 1,07 мг P/дм³ та середнім умістом до 0,13 мг P/дм³ – Кодима, Соб, Чорний Ташлик, Інгул (рис. 28).

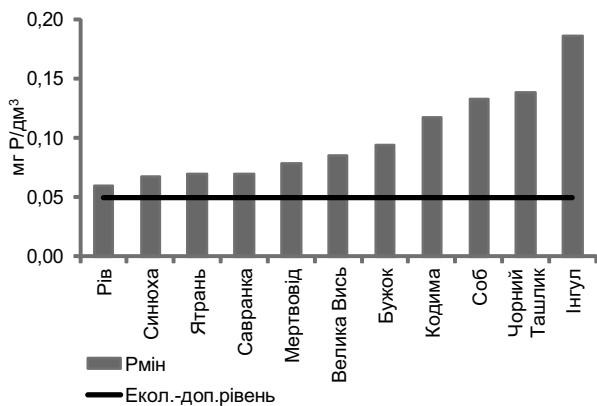


Рис. 28. Уміст сполук P_{\min} у воді річок басейну Південного Бугу

Забруднення поверхневих вод р. Інгул є найбільшим серед решти річок басейну, середньобогаторічний уміст сполук P_{\min} дорівнював $0,19 \text{ мг Р/дм}^3$, строкові значення в різні роки сягали концентрацій $0,4\text{-}0,6 \text{ мг Р/дм}^3$, що перевищувало екологічний рівень у 6-12 разів. Найвірогідніше, постійне забруднення поверхневих вод відбувається за рахунок впливу стічних вод м. Кіровоград.

Висновки

Відносно вологий клімат, гідрогеологічні та геоморфологічні особливості верхів'я басейну Південного Бугу сприяють формуванню у воді річок Бужок, Рів, Соб мінералізації не вище 500 мг/дм^3 . Склад поверхневих вод — гідрокарбонатно-кальцієвий.

Для річок середньої частини басейну (Ятрань, Савранка, Синюха, Велика Вись) спостерігається зростання загальної мінералізації (зміна кліматичних характеристик, рельєфу) до 700 мг/дм^3 , у складі іони кальцію змінюються натрієвими.

Посушливіший клімат та підземні води з високою мінералізацією в річках нижньої частини басейну (Кодима, Інгул, Чорний Ташлик, Мертвовід) призводять до зростання суми іонів до 1000 мг/дм^3 і більше, а поверхневі води характеризуються як сульфатно-хлоридно-натрієві.

Виходи кристалічних порід на більшості території водозборів річок Південного Бугу (за винятком річок Бужок, Рів, Соб) сприяють формуванню доброго кисневого режиму у водному середовищі. Високий рівень антропогенного навантаження у басейні р. Інгул впливає на його здебільш незадовільний кисневий стан.

Забруднення поверхневих вод басейну Південного Бугу сполуками мінерального азоту та

фосфору пов'язано з надходженням останніх із міських стічних вод, а також із виносом поверхневими та підземними водами надлишків мінеральних добрив із сільськогосподарських угідь та територій тваринних комплексів.

* *

1. Алёкин О. А. Гидрохимия . — Л., Гидрометеоиздат, 1952. — 161 с.
2. Атлас почв Украинской ССР / [Под ред. Н.К. Круского, Н.И. Полуна]. — К.: Урожай, 1979. — 156 с.
3. Альохіна Т. М. Сучасний екологічний стан р. Інгул // Питання біоіндикації та екології. — Запоріжжя: ЗНУ, 2013. — Вип. 18, №1. — С.181-191.
4. Лозовіцький П. С. Молочко А. М., Лозовіцький А. П. Екологічна оцінка якості води Південного Бугу // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Географія. — С.13-20.
5. Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б. Аналітична хімія поверхневих вод. — К.: Наук. думка, 2007. — 455 с.
6. Осадчий В.І. Гідрологічні чинники формування хімічного складу поверхневих вод // Наук. пр. УкрГМІ. — Вип. 265. — 2013. — С. 54-65.
7. Осадчий В.І. Методологічні основи дослідження чинників та процесів формування хімічного складу поверхневих вод України: Автореф. дис. док. геогр. наук.: спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія». — К., 2008. — 32 с.
8. Ресурси поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Западная Украина и Молдавия: [Под ред. М. С. Каганера.] — Л.: Гидрометеоиздат, 1967. — Т. 6. — Вып. 1. — 880 с.
9. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України. — К., 2005. — 570 с.
10. Совгіра С.В., Гончаренко Г.Є., Лаврик О.Д. Антропогенні ландшафти басейну річки Рів // інтернет-ресурс www.gusnauka.com
11. Совгіра С.В. Гончаренко Г.Є., Лаврик О.Д. Еколого-географічна характеристика долини річки Соб (басейн Південного Бугу) // інтернет-ресурс www.gusnauka.com.
12. Хільчевський В.К., Чунар'ов О.В., Ромась М.І. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу / За ред. В.К. Хільчевського. — К.: Ніка-Центр, 2009. — 183 с.
13. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основи гідрохімії: підручник. — К.: Ніка-Центр, 2012. — 312 с.
14. Щегульна Я. О., Савицький В. М. Особливості хімічного складу та якості води річок басейну Південного Бугу // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Географія. — Вип. 655. — 2011. — С. 93-97.

Український гідрометеорологічний інститут, Київ

О.А. Ухань, В.И. Осадчий, Ю.Б. Набиванец, Н. Н. Осадчая, Д.В. Глотка

Типизация поверхностных вод бассейна Южного Буга по содержанию главных ионов, биогенных элементов, органического вещества и растворенного кислорода

Проведена типизация поверхностных вод бассейна Южного Буга по содержанию главных ионов и общей минерализации воды, соединений азота, органических веществ (по величине БПК₅), растворенного в воде кислорода. Показано влияние природных факторов на формирование и пространственное распределение указанных гидрохимических параметров. Выявлены закономерности распределения биогенных и органических веществ в воде притоков Южного Буга.

Ключевые слова: химический состав, главные ионы, кислородный режим, биогенные элементы.

O.O. Ukhan', V.I. Osadchy, Yu.B. Nabyvaniets, N.M. Osadcha, D.V. Glotka

Typing the Southern Bug water basin by the content of major ions, nutrients, organic matter and dissolved oxygen

A typing of the Southern Bug water basin by the contents of major ion, total mineralization, nitrogen compounds, organic substances and dissolved oxygen was conducted. Natural factors of formation and spatial distribution of these hydrochemical parameters were shown. Patterns of distribution of nutrients and organic matter in water tributaries of the Southern Bug were revealed.

Keywords: chemical composition, major ions, oxygen regime, nutrients.

УДК 556.114:546.19(28)

П.М. Линник¹, М.П. Скоблей²

УМІСТ АРСЕНУ ТА ЙОГО РОЗПОДІЛ МІЖ РОЗЧИННОЮ Й ЗАВИСЛОЮ ФОРМАМИ У ВОДІ ТРАНСКОРДОННОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ТИСА

Застосування методики прогнозування максимальних весняних витрат води за коефіцієнта-Розглянуто результати досліджень арсену у воді транскордонної ділянки р. Тиса в контрольних створах поблизу населених пунктів Вилко та Чоп. Для порівняльної оцінки вмісту арсену наведено також його концентрації у воді інших ділянок р. Тиса та її приток поза межами України. Показано, що арсен мігрує у воді досліджуваної ділянки р. Тиса переважно в розчиненій формі ($As_{розч}$). Зроблено висновок про знаходження $As_{розч}$, головним чином, у вигляді $As(V)$. Наведено також дані стосовно концентрації арсену в складі завислих речовин.

Ключові слова: арсен, концентрація, розчинна форма, зависла форма, транскордонна ділянка, р. Тиса.

Вступ

Арсен – широко розповсюджений у земній корі металоїд, що зустрічається в гірських породах, ґрунтах, природних водних об'єктах різного типу та їхніх донних відкладах. Для нього характерні чотири ступені окиснення: -3 , 0 , $+3$ і $+5$. У природних поверхневих водах ступінь окиснення арсену залежить значною мірою від концентрації розчиненого кисню, окисно-відновного потенціалу (Eh) та рН середовища. Серед неорганічних форм арсену найбільшого поширення набули арсеніти, де ступінь його окиснення $+3$, та арсенати зі ступенем окиснення $+5$. Перші домінують

у водному середовищі, де формуються анаеробні умови за дефіциту O_2 , тоді як другі переважають у воді з достатнім насиченням кисню, тобто в окиснювальних умовах.

У незабруднених поверхневих і ґрунтових водах концентрація арсену не перевищує зазвичай $1-10$ мкг/дм³ [8, 9, 40, 42]. Однак у водних об'єктах регіонів сульфідної мінералізації та гірничодобувної промисловості, що зазнають впливу стічних вод металодобувних підприємств, його вміст досягає десятків і сотень мікрограмів у 1 дм³. Особливо забруднені сполуками арсену ґрунтові води цих регіонів [9, 13, 21, 41, 42, 50].