

УДК 556.114:546.56(282.247)

Скоблей М.П.¹, Линник П.М.²

¹Державна екологічна інспекція у Закарпатській області, м. Ужгород

²Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТІВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ ТРАНСКОРДОННОЇ ДІЛЯНКИ Р. ТИСИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Ключові слова: річка Тиса; гідрохімічний і кисневий режими; мінералізація води; сухий залишок; нітроген; фосфор; ферум; органічні речовини.

Постановка та актуальність проблеми. Річка Тиса – найдовша притока Дунаю з найбільшою водозбірною площею. Загальна площа басейну цієї річки становить 157186 км², а її довжина – 966 км. Середньорічна витрата води р. Тиси складає 792 м³/с, а це майже 13% від загального стоку Дунаю. На території України басейн р. Тиси повністю розташований в межах Закарпатської області і за своєю площею досягає 12,8 тис. км², що дорівнює площі самої області. В межах України загальна довжина р. Тиси становить 265 км [3].

Витік р. Тиси починається на північному схилі гори Тартарук зі злиттям Білої і Чорної Тиси поблизу м. Рахова, далі вона тече на захід, утворюючи кордон України з Румунією, Угорщиною і Словаччиною. Угорщину р. Тиса перетинає з півночі на південь. За декілька кілометрів на південь від угорського міста Сегед вона входить до Сербії і впадає в Дунай біля села Нові Сланкамен. У басейні р. Тиси протікає 9426 річок із сумарною довжиною 16147 км [3]. Переважна кількість з них належить до малих річок з середньою довжиною близько 2 км і площею водозбору 1,2 км² і лише 152 річки мають довжину понад 10 км. До найбільших приток р. Тиси відносяться річки Тересва, Ріка, Боржава, Латориця й Уж. Довжина кожної з останніх трьох перевищує 100 км. Від свого витoku і до території Угорщини р. Тиса протікає або українською територією, або ж утворює державний кордон з сусідніми державами.

Середня витрата води р. Тиси поблизу смт Вилоч за багаторічний період досліджень становить 230 м³/с [3]. Розподіл річкового стоку протягом року істотно відрізняється та характеризується сезонними особливостями: весна – 40%, літо – 24–26%, осінь – 19%, зима – 15%. Визначення меж сезонів носить умовний характер, оскільки паводки, що відбуваються протягом усього року, ускладнюють виділення меженого періоду [3]. Повторюваність паводків складає 3–6 разів щороку протягом усіх сезонів.

Хімічний склад води р. Тиса та переважна частина її водного стоку формуються головним чином у верхів'ях басейну. Детальну інформацію щодо якості води р. Тиси і її приток за низкою гідрохімічних та гідробіологічних показників було наведено ще на початку 90-х років минулого століття [5]. Тому виникла проблема щодо порівняльної оцінки зміни концентрації окремих компонентів хімічного складу води р. Тиси в сучасних умовах, що знаходить своє віддзеркалення у цій роботі.

Матеріали і методи досліджень. Проби води відбирали щомісячно протягом 2009–2013 рр. в поліетиленові ємкості з поверхневого шару води на глибині ~ 0,5 м.

В найкоротші терміни після відбору їх пропускали через фільтр "синя стрічка", консервували додаванням нітратної кислоти (HNO_3) кваліфікації "ос. ч." до рН 2,0 та доставляли в лабораторію для подальших аналітичних вимірювань.

Концентрації окремих хімічних інгредієнтів визначали, використовуючи методики фотометричного та титриметричного аналізу. Концентрацію іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- і SO_4^{2-} знаходили за допомогою методик титриметричного аналізу (відповідно до методик виконання вимірювань (МВВ) 081/12-0006-01; 081/12-0004-01; 081/12-0177-05). Сухий залишок визначали згідно з МВВ № 081/12-0109-03. Вміст розчиненого у воді кисню встановлювали шляхом йодометричного титрування за методом Вінклера (МВВ № 081/12-0008-01). Концентрацію загального нітрогену та загального фосфору вимірювали фотометрично з використанням персульфатного окиснення проб (відповідні методики викладено в РД (руководящий документ) 52.24.13-84 та МВВ № 081/12-0018-01). Для визначення вмісту у воді амонійного нітрогену застосовували сегнетову сіль з реактивом Несслера, нітрат-йонів – саліцилат натрію, нітрит-йонів – реактив Грісса, неорганічного фосфору – молібдат амонію з аскорбіновою кислотою (МВВ № 081/12-0106-03; КНД (керівний нормативний документ) 211.1.4.027-95; КНД 211.1.4.023-95; МВВ № 081/12-0005-01). Концентрацію феруму загального визначали фотометричним фенантроліновим методом (КНД 211.1.4.034-95). Для оцінки вмісту розчинених органічних речовин використовували результати визначення хімічного споживання кисню (перманганатний та дихроматний методи, описані відповідно в МВВ № 081/12-0016-01 та МВВ № 081/12-0647-09).

Результати досліджень та їхнє обговорення.

Мінералізація та твердість води. За результатами визначення суми головних іонів мінералізація води р. Тиси протягом 2009–2013 рр. змінювалась від 81,0 до 502,6 мг/дм^3 , причому була помітно вищою на ділянці поблизу м. Чоп порівняно з ділянкою в районі смт Вилोक (рис. 1).

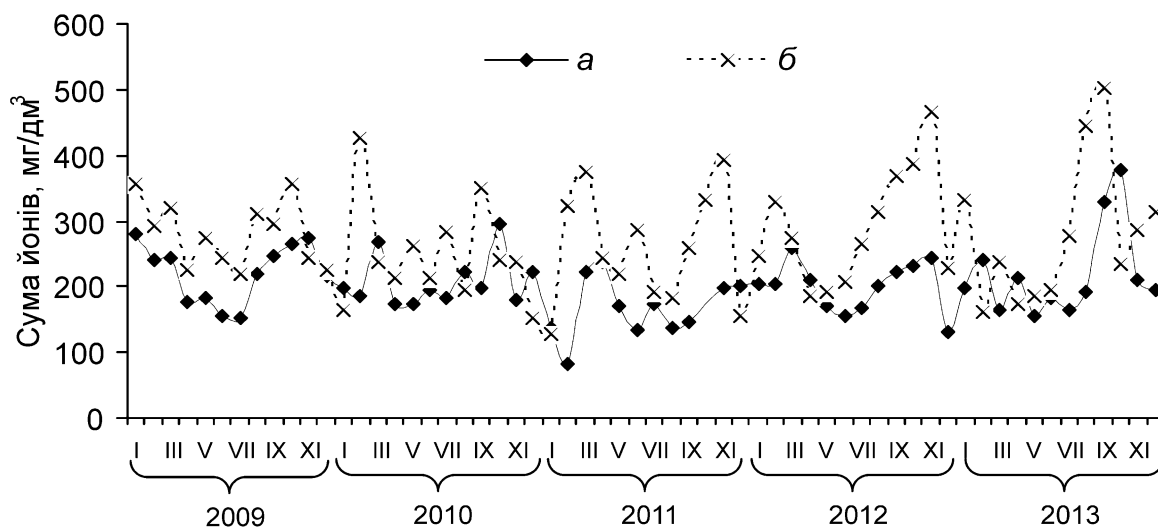


Рис. 1. Мінералізація води р. Тиси за сумою іонів на ділянках поблизу населених пунктів Вилोक (а) і Чоп (б)

За усередненими значеннями мінералізація води р. Тиси порівняно невисока (201,5 мг/дм^3 на ділянці поблизу смт Вилोक та 270,2 мг/дм^3 на ділянці в районі м. Чоп) і не виходить за межі α -гіпогалінних вод [4]. У 1991 р. величини мінералізації води р. Тиси знаходились у вузькому інтервалі – 180–372 мг/дм^3 [5]. Тому можна констатувати про деяке зростання мінералізації води, яке відбувається за концентрацією усіх головних іонів, але найбільше – за вмістом Na^+ , Cl^- і SO_4^{2-} (в

1,5–2,3 рази). Дані стосовно ширшого інтервалу коливань мінералізації води р. Тиси були й раніше. Так, за даними Водного кадастру за 1987–1988 рр. мінералізація води в р. Тисі і її притоках могла спорадично досягати 548–758 мг/дм³ та належати до олігогалінних вод [7]. При цьому карбонатно-кальцієвий тип води міг переходити в сульфатно-натрієвий, що, поза всяким сумнівом, зумовлено антропогенним забрудненням річок. У 1995–2006 рр. мінералізація води знаходилась в межах 91–616 мг/дм³, а середньорічні її величини становили 187–401 мг/дм³ [6]. Знову ж таки, це підтверджує можливість антропогенного впливу на формування хімічного складу води р. Тиси.

Мінералізація води за результатами визначення сухого залишку виявилась дещо нижчою (70,0–373,0 мг/дм³), хоча тенденція її зростання вниз за течією зберігається (рис. 2). Маса сухого залишку включає в себе наявність усіх розчинених у воді речовин, у тому числі й органічних, тому повинна була б бути навіть дещо вищою, ніж сумарна маса головних йонів [2]. Наведені ж дані стосовно мінералізації води р. Тиси, визначеної різними способами, відрізняються між собою приблизно в 1,2–1,3 рази, що може бути ознакою методичних огріхів. Максимальні величини мінералізації припадають, зазвичай, на осінньо-зимовий період, коли зростає роль ґрунтового живлення річки.

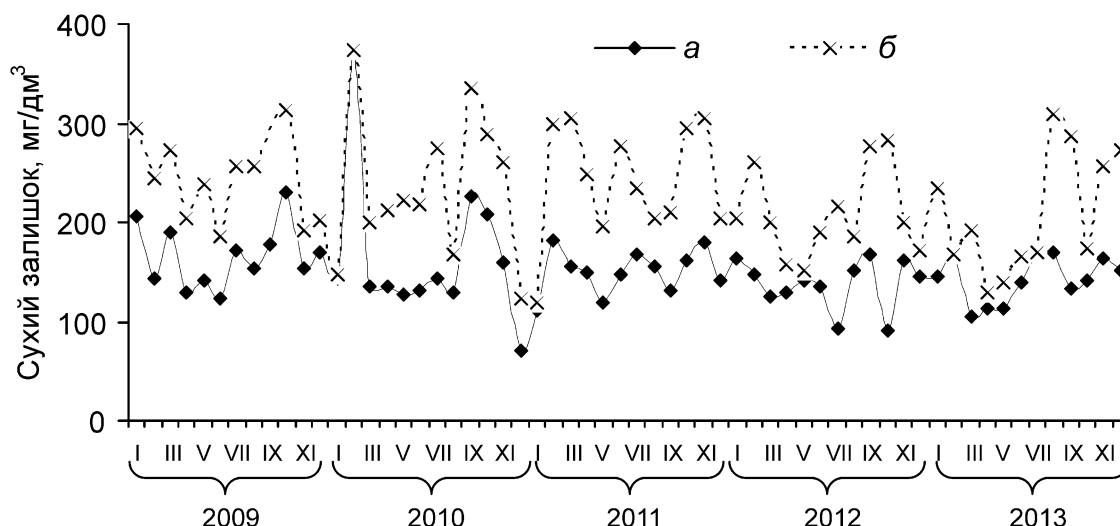


Рис. 2. Мінералізація води р. Тиси за результатами визначення сухого залишку на ділянках поблизу населених пунктів Вилок (а) і Чоп (б)

Твердість води р. Тиси змінюється в межах 1,0–4,9 ммоль-екв/дм³, а середньорічні показники протягом 1995–2006 рр. становили від 1,3 до 3,1 ммоль-екв/дм³ [6].

Кисневий режим і рН води. Концентрація розчиненого у воді кисню знаходиться в широкому діапазоні величин – від 6,8 до 14,6 мг/дм³ (рис. 3) та свідчить про задовільний стан кисневого режиму р. Тиси. Ступінь насичення води киснем становить 68,0–120,2% на ділянці поблизу смт Вилок та 68,9–170,0% на ділянці річки в районі м. Чоп.

Максимальні показники концентрації О₂ припадають на осінньо-зимовий період, а мінімальні спостерігаються найчастіше влітку, що зумовлено зниженням розчинності кисню при зростанні температури води та збільшенням його витрат на окиснення речовин. Водночас, високі показники насичення води киснем характерні для літньої пори, що може бути зумовлено активізацією розвитку водоростей в цей період. За результатами досліджень 1991 р. нижня межа ступеня насичення води

киснем була вищою, а верхня, навпаки, нижчою (90–121%) [5]. Протягом 1995–2006 рр. концентрація розчиненого у воді кисню варіювала в межах 7,5–15,2 мг/дм³ [6]. Отже, можна стверджувати, що стан кисневого режиму залишається в основному стабільним. Водночас, не слід виключати впливу антропогенних чинників на формування хімічного складу води р. Тиси, що проявляється у деякому зростанні рівня евтрофікації річки в сучасний період та підвищенні внаслідок цього ступеня насичення води киснем влітку.

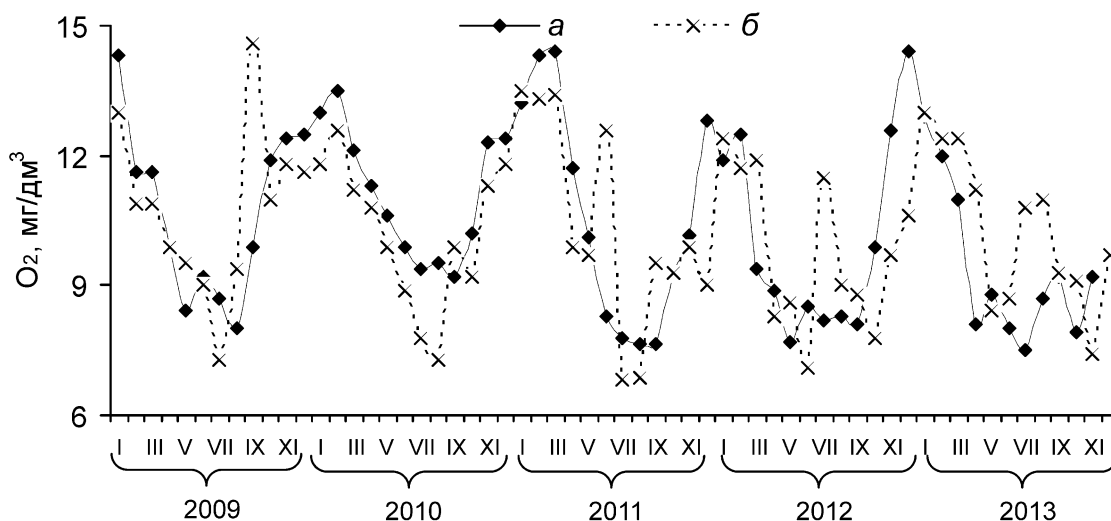


Рис. 3. Багаторічна динаміка концентрації розчиненого у воді кисню в р. Тиси на ділянках поблизу населених пунктів Вилок (а) і Чоп (б)

Як показують результати досліджень, водневий показник (рН) води р. Тиси варіює в межах 7,19–8,72 (рис. 4). Він мало відрізняється від результатів вимірювання, що були отримані у 1991 р. [5]. Максимальні значення характерні для літньо-осінньої пори року, що відзначалось і раніше.

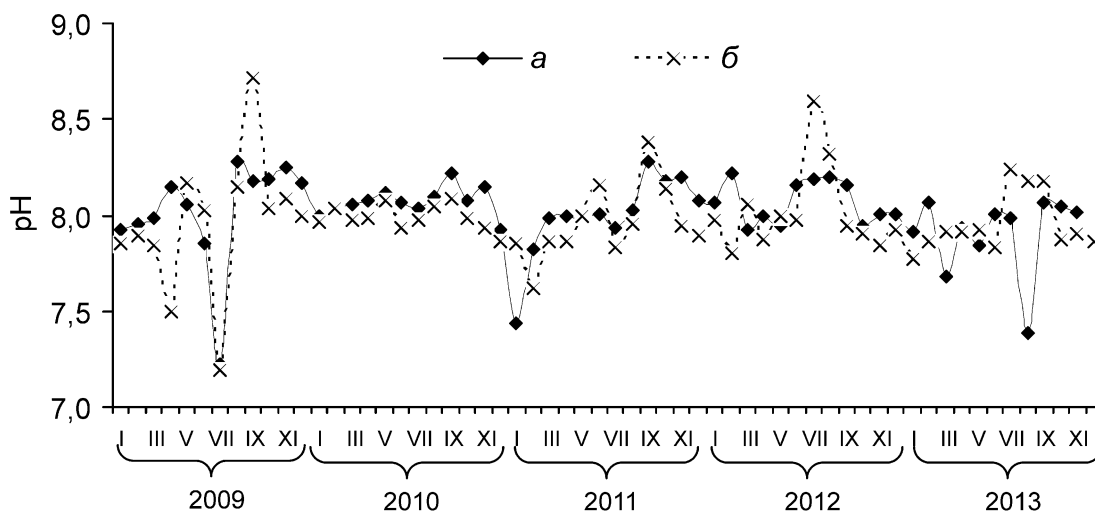


Рис. 4. Багаторічна динаміка рН води р. Тиси на ділянках поблизу населених пунктів Вилок (а) і Чоп (б)

Біогенні речовини. Загальна концентрація сполук нітрогену у воді р. Тиси варіювала протягом 2009–2013 рр. в межах 0,2–2,5 мг N/дм³ (рис. 5). За усередненими показниками вона була більшою на ділянці в районі м. Чоп порівняно з ділянкою поблизу смт Вилок (відповідно 1,21 і 0,94 мг N/дм³). Сумарний вміст

неорганічних форм нітрогену змінювався в інтервалі 0,14–2,07 мг N/дм³, а усереднені показники на ділянках поблизу населених пунктів Вилки і Чоп становили 0,66 і 0,85 мг N/дм³. Отже, вниз за течією відбувається забруднення води сполуками нітрогену. Концентрація органічних сполук нітрогену також зростає – в середньому від 0,28 до 0,36 мг N/дм³.

Серед неорганічних сполук нітрогену домінують нітрат-іони (NO₃⁻), концентрація яких змінюється від 0,1 до 1,9 мг N/дм³ (рис. 6). Раніше їхній вміст варіював у різні пори року від 0,01–0,74 до 0,89–1,24 мг N/дм³ [5], тобто можна стверджувати про деяке зростання концентрації цієї форми нітрогену. Хоча й раніше траплялись непоодинокі випадки високих концентрацій NO₃⁻ у воді р. Тиси. Це стосується 1995, 1996 та 2005 рр., коли вміст нітратної форми нітрогену досягав відповідно 0,41–3,0, 0,05–5,30 і 0,04–2,35 мг N/дм³ [6]. Концентрація амонійного нітрогену у період проведення досліджень була нижчою і знаходилась в межах 0,01–0,49 мг N/дм³ (див. рис. 6). У 1991 р. вміст зазначеної форми нітрогену варіював у різні пори року від 0,01–0,06 (весна) до 0,11–0,54 мг N/дм³ (літо й осінь) [5]. Для зазначених форм нітрогену також характерне збільшення їхньої концентрації вниз за течією – в середньому від 0,60 до 0,73 мг N/дм³ (NO₃⁻) та від 0,050 до 0,105 мг N/дм³ (NH₄⁺). Значно більші концентрації амонійного азоту у воді р. Тиси наведено в Гідрохімічному довіднику за 1995–2006 рр. [6].

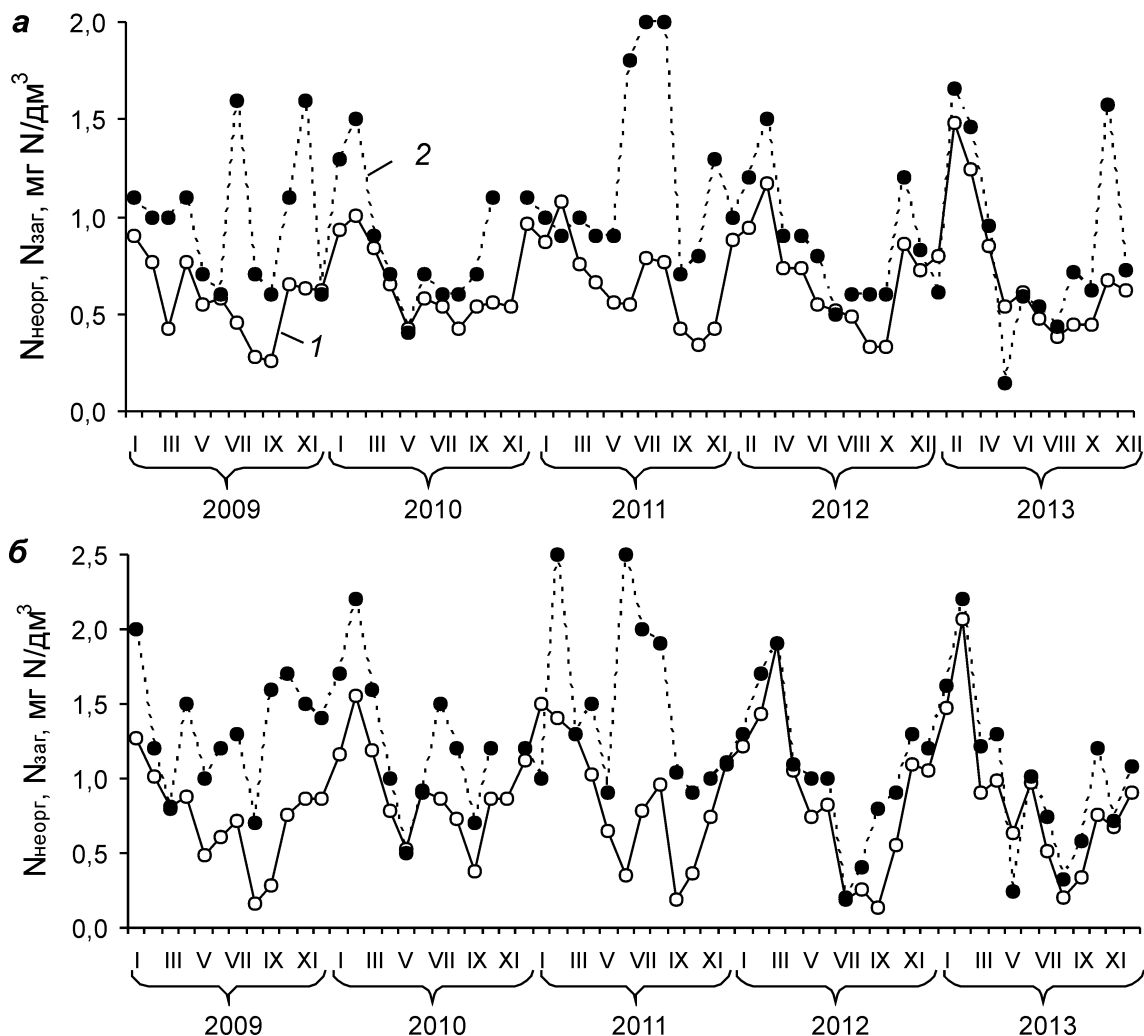


Рис. 5. Багаторічна динаміка концентрації неорганічного (1) і загального (2) азоту у воді р. Тиси на ділянках поблизу населених пунктів Вилки (а) і Чоп (б)

Серед багаточисельних інгредієнтів хімічного складу води чільне місце посідає фосфор, оскільки саме цей хімічний елемент та сполуки нітрогену відіграють важливу роль у живленні водоростей і вищої водної рослинності. Зростання їхньої концентрації у воді сприяє інтенсифікації процесу евтрофування водойм і водотоків. Відповідні результати досліджень наведено на рис. 7. Можна пересвідчитись, що концентрація неорганічного фосфору змінювалась на різних ділянках річки в межах 0,005–0,048 мг Р/дм³ (сmt Вилок) і 0,005–0,059 мг Р/дм³ (м. Чоп), тобто вона не зазнала істотних змін вздовж за течією. Водночас, діапазон коливань вмісту загального фосфору виявився набагато ширшим – 0,006–0,222 і 0,014–0,397 мг Р/дм³ відповідно на ділянках річки поблизу населених пунктів Вилок і Чоп. Можна стверджувати, що зростання концентрації загального фосфору відбувалось через збільшення у воді вмісту органічного фосфору, оскільки частка останнього на ділянці поблизу сmt Вилок досягала в середньому 72%, а на ділянці в районі м. Чоп – 82,6%.

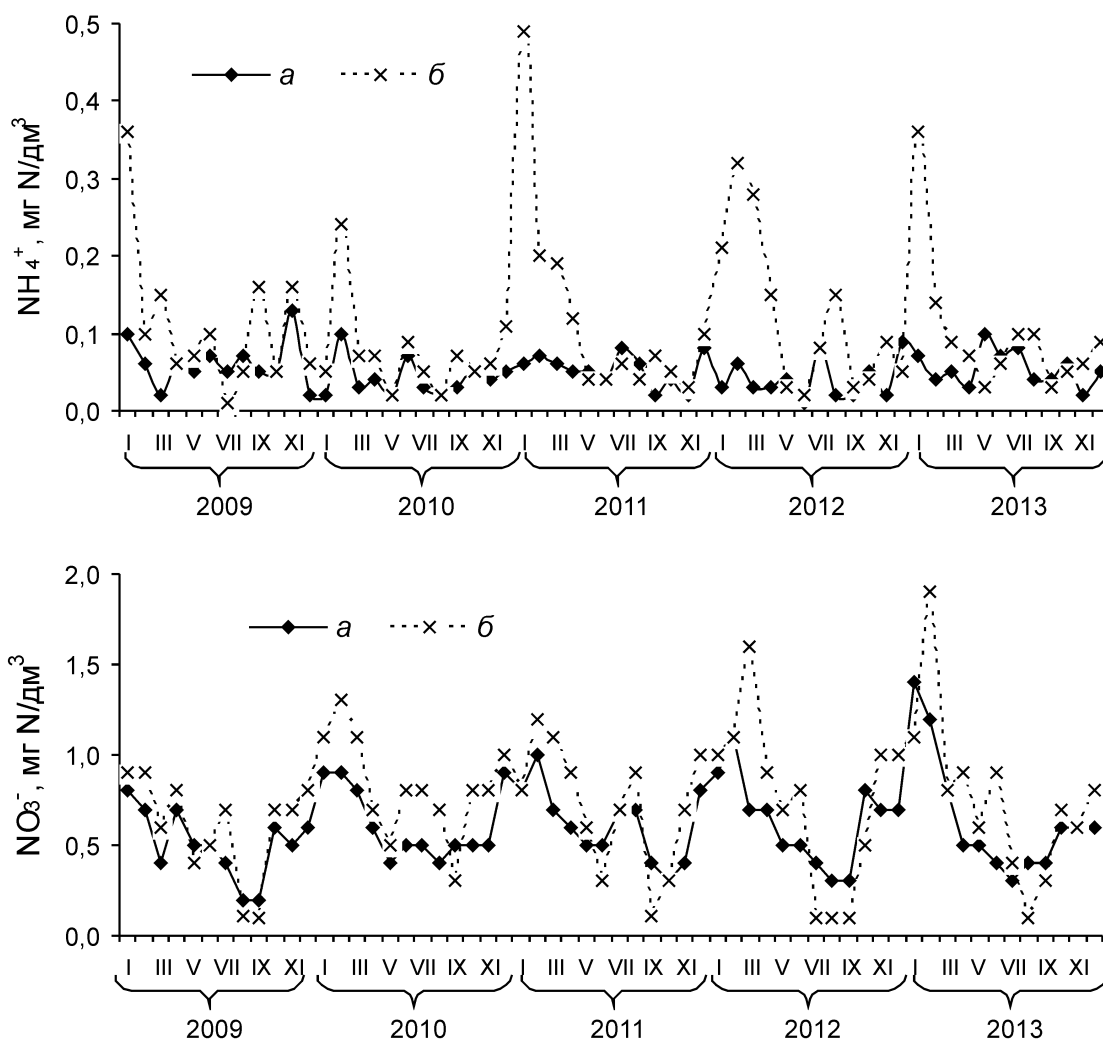


Рис. 6. Багаторічна динаміка концентрації амонійної і нітратної форм нітрогену у воді р. Тиси на ділянках поблизу населених пунктів Вилок (а) і Чоп (б)

Результати цих досліджень підтверджують антропогенне забруднення річки сполуками фосфору, переважно органічного походження, можливо, за рахунок збільшення витрат миючих засобів у побутовій сфері. Важливо також зазначити, що концентрація неорганічного фосфору у воді р. Тиси раніше була нижчою, ніж тепер, і змінювалась в окремі пори року від аналітичного нуля до 0,002–0,007 мг Р/дм³ [5].

Однак наявні й інші дані стосовно вмісту у воді р. Тиси як неорганічного, так і загального фосфору. Так, протягом 1995–2006 рр. концентрація $P_{\text{неорг}}$ знаходилась в межах 0,0–1,01 мг Р/дм³, а $P_{\text{заг}}$ – 0,0–1,03 мг Р/дм³ [6]. При цьому частка органічного фосфору становила 26,7–90,9% $P_{\text{заг}}$ (в середньому 54,5% $P_{\text{заг}}$), тобто була дещо меншою, ніж в період проведення наших досліджень.

Ферум. Результати досліджень динаміки вмісту феруму загального ($Fe_{\text{заг}}$) у воді р. Тиси на різних її ділянках наведено на рис. 8. На ділянках річки поблизу населених пунктів Вилोक і Чоп концентрація $Fe_{\text{заг}}$ варіювала в межах відповідно 30–630 та 40–830 мкг/дм³. Якщо взяти до уваги усереднені величини концентрації $Fe_{\text{заг}}$ за увесь період досліджень, то можна стверджувати про її зростання вниз за течією від 136 мкг/дм³ поблизу смт Вилोक до 232 мкг/дм³ в районі м. Чоп. За результатами досліджень 1987–1991 рр. зазначено, що концентрація феруму у воді р. Тиси і її приток, зазвичай, не виходить за межі фонових значень, хоча й траплялись поодинокі випадки, коли вміст цього металу істотно зростає, передусім, за рахунок його домінування у складі завислих речовин [5]. Концентрація розчинної форми феруму становила 30–110 мкг/дм³, а завислої – 90–1440 мкг/дм³. Отже, міграція феруму відбувалась переважно у складі завислих речовин (70–90% $Fe_{\text{заг}}$), що характерно для цього металу. Враховуючи, що це гірські річки, які містять у воді значні кількості завислих речовин переважно неорганічного походження, то саме це і стало основною причиною домінування феруму в завислій формі.

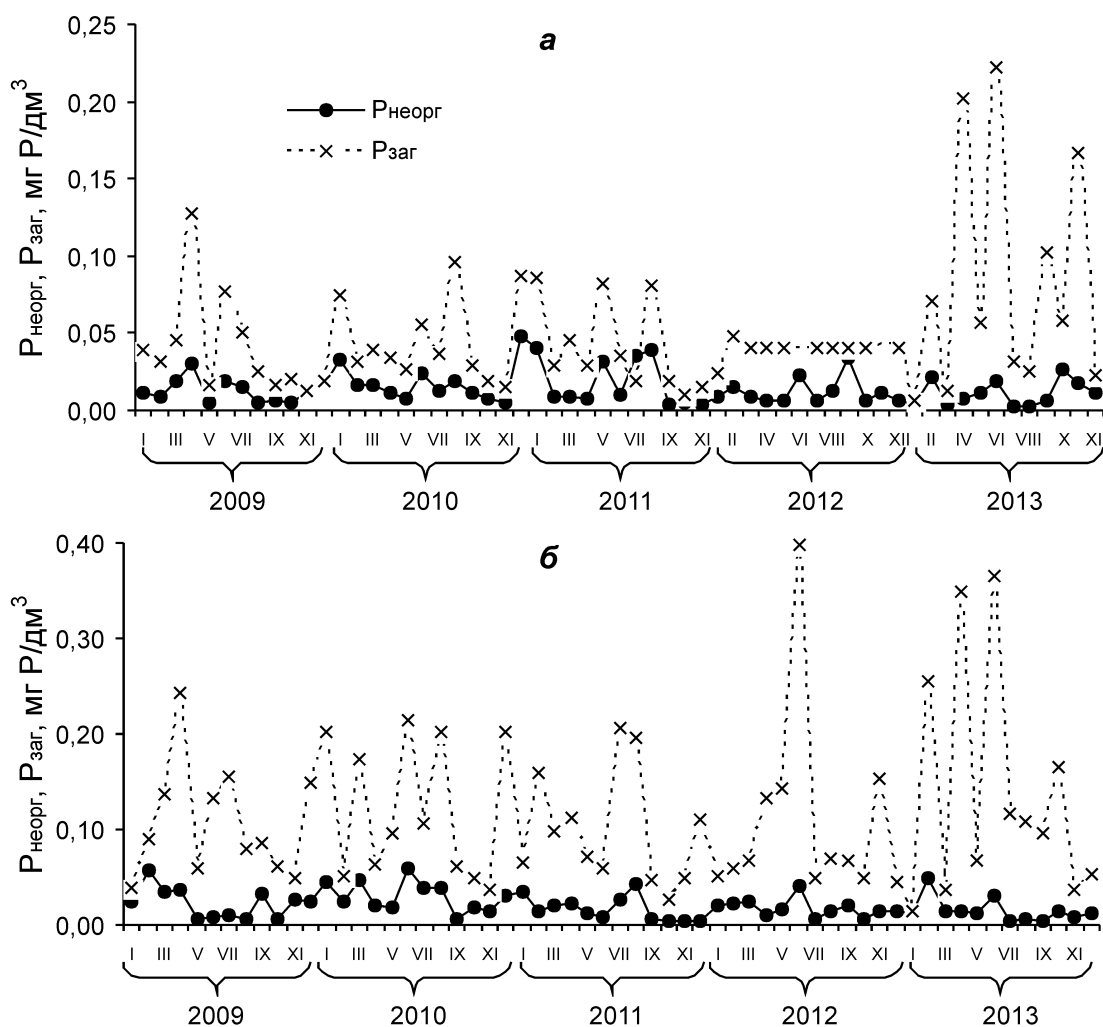


Рис. 7. Багаторічна динаміка концентрації неорганічного та загального фосфору у воді р. Тиси поблизу населених пунктів Вилोक (а) і Чоп (б)

Широкі інтервали концентрації $Fe_{заг}$ у воді р. Тиси наведено також в Гідрохімічному довіднику [6]. Протягом 1995–2006 рр. вона змінювалась в межах від 0,02 до 1,94 мг/дм³. Очевидно, ця концентрація включає розчинну і завислу форми феруму.

Найбільшу частку в забрудненні річок басейну р. Тиси біогенними речовинами вносять такі найбільші міста як Ужгород та Мукачеве (91% сполук азоту загального та 93% сполук фосфору загального) [3].

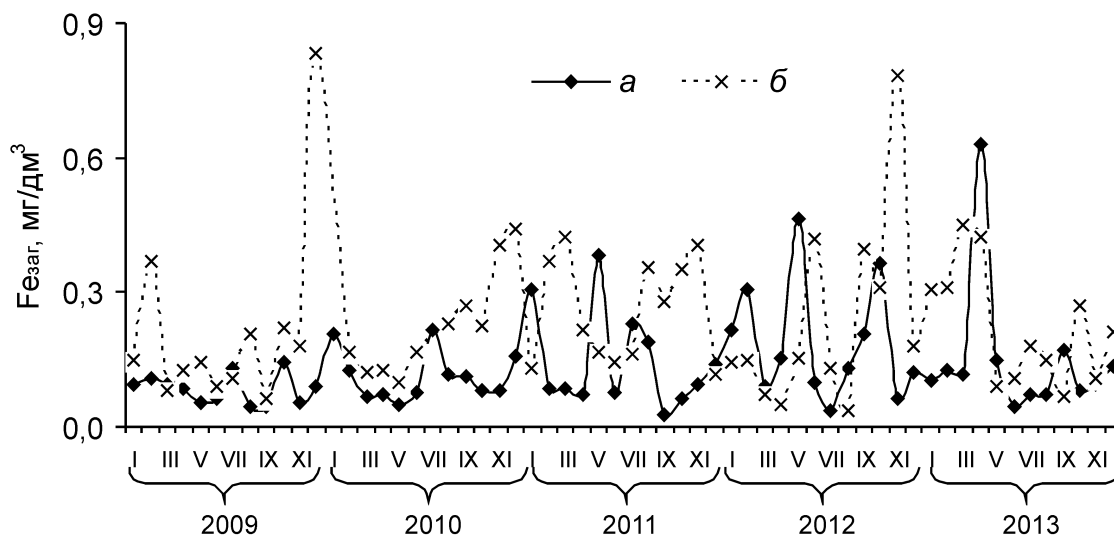


Рис. 8. Багаторічна динаміка концентрації $Fe_{заг}$ у воді р. Тиси на ділянках поблизу населених пунктів Вилок (а) і Чоп (б)

Органічні речовини. У цьому повідомленні ми не будемо зупинятись на детальному розгляді результатів дослідження органічних речовин у воді р. Тиси, оскільки це питання в достатній мірі висвітлено у нещодавно опублікованій статті [1]. Зазначимо лише, що показники хімічного споживання кисню (непрямий дихроматний метод визначення загальної концентрації органічних речовин у воді, XSK_{Cr}) протягом 2009–2013 рр. змінювались від 4,8–18,5 мг $O/дм^3$ на ділянці поблизу смт Вилок до 7,3–30,0 мг $O/дм^3$ на ділянці в районі м. Чоп.

За проведеними нами розрахунками концентрація карбону органічних сполук у воді р. Тиси становила відповідно 1,8–6,9 та 2,7–11,3 мг/дм³, а вміст органічних сполук знаходився орієнтовно в межах 3,6–13,8 і 5,4–22,6 мг/дм³. Ці концентрації органічних речовин порівняно невисокі і характерні для річок гірського типу. Можна пересвідчитись також у зростанні вмісту органічних речовин у воді, як і інших хімічних інгредієнтів, вниз за течією річки. Концентрація легкоокиснюваних органічних речовин у воді р. Тиси протягом 2009–2012 рр. становила на різних ділянках відповідно 1,6–4,0 та 2,5–6,2 мг/дм³ (розраховано за результатами визначення XSK перманганатним методом, XSK_{Mn}). Частка останніх у загальному складі розчинених органічних речовин протягом 2009–2012 рр. виявилась порівняно невисокою, складаючи 21,9–30,2 та 16,0–24,4% $C_{орг}$ відповідно на ділянках річки поблизу населених пунктів Вилок і Чоп [1].

Приблизно такі ж концентрації органічних сполук у воді р. Тиси були характерними й раніше. Так, у 1991 р. величини XSK_{Cr} варіювали в межах 3,0–34,0 мг $O/дм^3$ ($C_{орг}$ – 1,1–12,8 мг/дм³) [5]. Відповідно вміст органічних речовин становив 2,2–25,6 мг/дм³ і не зазнав помітних змін останнім часом.

До основних джерел забруднення органічними речовинами поверхневих вод басейну р. Тиси належать комунальні стічні води, промисловість та сільське

господарство [3]. Значна частина комунальних очисних споруд більшості міст надзвичайно зношена і не виконує свої функції з очищення забруднених стічних вод, що потрапляють до річок басейну р. Тиси.

Висновки. Аналіз результатів багаторічних досліджень окремих компонентів гідрохімічного режиму р. Тиси показав, що відбулися деякі зміни їхньої концентрації в сучасних умовах порівняно з початком 90-х років минулого століття.

Мінералізація води за усередненими показниками за період 2009–2013 рр. становила 201,5 мг/дм³ на ділянці поблизу смт Вилки та 270,2 мг/дм³ на ділянці в районі м. Чоп. Це дає підстави стверджувати, що вода зазначеної річки, як і раніше, не виходить за межі α -гіпогалінних вод. Однак інтервал величин мінералізації води виявився дещо ширшим порівняно з 90-ми роками минулого століття. Деяке зростання мінералізації води відбувалось за рахунок збільшення концентрації усіх головних іонів, але найбільше іонів Na⁺, Cl⁻ і SO₄²⁻ (в 1,5–2,3 рази). При цьому мінералізація води була більшою на ділянці річки в районі м. Чоп, що свідчить про її забруднення вниз за течією.

Стан кисневого режиму р. Тиси не зазнав істотних змін протягом останніх років. Концентрація розчиненого у воді кисню знаходилася в межах 6,8–14,6 мг/дм³, що характерно для цієї річки. Однак максимальні показники насичення води киснем влітку (120 і 170%) на ділянках річки поблизу населених пунктів Вилки і Чоп виявилися дещо вищими, ніж були на початку 90-х років минулого століття, що може бути ознакою її евтрофікації та розвитку водоростей як відповіді на цей процес.

Сумарна концентрація усіх сполук нітрогену в період досліджень варіювала в межах 0,2–2,5 мг N/дм³, а неорганічних сполук – в межах 0,14–2,07 мг N/дм³. Забруднення води сполуками нітрогену відбувається вниз за течією. Вміст органічних сполук нітрогену за усередненими показниками становив на різних ділянках річки 0,28 і 0,36 мг N/дм³, тобто можна стверджувати про домінування неорганічного нітрогену. Серед неорганічних форм переважають нітрат-іони, що й слід було очікувати в умовах достатнього насичення води киснем. Їхня концентрація дещо зросла порівняно з 90-ми роками минулого століття, а забруднення річки відбувається вниз за течією, як це характерно і для інших хімічних інгредієнтів.

Помітним виявилось зростання концентрації як загального, так і неорганічного фосфору порівняно з 90-ми роками минулого століття. Збільшення вмісту у воді загального фосфору відбулося головним чином через зростання концентрації його органічних сполук. Це свідчить про збільшення у побуті витрат миючих засобів, що містять у своєму складі сполуки фосфору.

Водночас, концентрація органічних речовин не зазнала помітних змін протягом останніх років, а забруднення ними води, як і іншими хімічними інгредієнтами, відбувається вниз за течією.

Список літератури

1. *Линник П.М., Скоблей М.П.* Розчинні фракції важких металів з різним знаком заряду у воді річок басейну Тиси. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. зб. Київ, 2017. № 4(47) С. 48–56. 2. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.* К.: ЛОГОС, 2006. 408 с. 3. *Національний план управління басейном р. Тиса. Варіант 2.* Розробники: *С. Афанасьєв, І. Байсарович, В. Дуркот* та інші (всього 17). Червень 2012 р. 217 с. 4. *Оксиюк О.П., Жукинський В.Н., Брагинський Л.П.* и др. Комплексная экологическая классификация поверхностных вод суши. Гидробиол. журн. 1993. Т. 29, № 4. С. 62–76. 5. *Оксиюк О.П., Ляшенко А.В., Белоконь В.Н., Башмакова И.Х.* Характеристика качества воды р. Тисы и ее притоков. Гидробиол. журн. 1995. Т. 31, № 5. С. 46–58. 6. *Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б.* Гідрохімічний довідник: Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. К.: Ніка-Центр, 2008. 656 с. 7. *Полищук В.В., Гарасевич И.Г.* Биогеографические аспекты изучения водоемов бассейна Дуная в пределах СССР. Киев: Наук. думка, 1986. 210 с.

ISSN:2306-5680 **Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2018. № 2 (49)**

References

1. Lynnyk P.M., Skoblej M.P. Rozchynni fraktsii vazhkykh metaliv z riznym znakom zariadu u vodi richok basejnu Tysy. Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. Nauk. zb. Kyiv, 2017. № 4(47) S. 48–56. 2. Metody hidroekolohichnykh doslidzhen' poverkhnevyykh vod / O.M. Arsan, O.A. Davydov, T.M. D'iachenko ta in. K.: LOHOS, 2006. 408 s. 3. Natsional'nyj plan upravlinnia basejnom r. Tysa. Variant 2. Rozrobnyky: S. Afanas'iev, I. Bajsarovych, V. Durkot ta inshi (vs'oho 17). Cherven' 2012. 217 s. 4. Oksijuk O.P., Zhukinskij V.N., Braginskij L.P. i dr. Kompleksnaja jekologicheskaja klassifikacija poverhnostnykh vod sushi. Hidrobiol. zhurn. 1993. T. 29, № 4. S. 62–76. 5. Oksijuk O.P., Ljashenko A.V., Belokon' V.N., Bashmakova I.H. Harakteristika kachestva vody r. Tisy i ee pritokov. Hidrobiol. zhurn. 1995. T. 31, № 5. S. 46–58. 6. Osadchij V.I., Nabyvanets' B.J., Osadcha N.M., Nabyvanets' Yu.B. Hidrokhimichnyj dovidnyk: Poverkhnevi vody Ukrainy. Hidrokhimichni rozrakhunky. Metody analizu. K.: Nika-Tsentr, 2008. 656 s. 7. Polishhuk V.V., Garasevich I.G. Biogeograficheskie aspekty izuchenija vodoemov bassejna Dunaja v predelah SSSR. Kiev: Nauk. dumka, 1986. 210 s.

Порівняльна оцінка зміни концентрації окремих компонентів хімічного складу води транскордонної ділянки р. Тиси в сучасних умовах

Скоблей М.П., Линник П.М.

У статті розглянуто результати багаторічних досліджень (2009–2013 рр.) концентрації деяких компонентів хімічного складу води р. Тиси з метою встановлення її змін в сучасних умовах. Показано, що за показниками мінералізації вода досліджуваної річки належить, як і раніше, до α -гіпогалінних вод. Стан кисневого режиму залишається сприятливим, хоча й наявні випадки перенасичення води киснем влітку, що може бути пов'язане з інтенсивнішим розвитком водоростей. У загальній концентрації нітрогену переважають його неорганічні форми – нітратна й амонійна. Домінування нітрат-йонів серед неорганічних форм нітрогену свідчить про перебіг процесів окиснення. Порівняно з 90-ми роками минулого століття концентрація неорганічних форм нітрогену дещо зростає. Виявлено підвищення концентрації загального фосфору, причому переважно за рахунок органічних сполук. Така ситуація зумовлена, очевидно, розширенням використання у побуті миючих засобів, що містять сполуки фосфору. Ці результати можуть бути свідченням посилення евтрофікації річки. Діапазон концентрації розчинених органічних сполук не зазнав помітних змін порівняно з 90-ми роками минулого століття.

Ключові слова: річка Тиса; гідрохімічний і кисневий режими; мінералізація води; сухий залишок; нітроген; фосфор; ферум; органічні речовини.

Сравнительная оценка изменения концентрации отдельных компонентов химического состава воды трансграничного участка р. Тисы в современных условиях

Скоблей М.П., Линник П.Н.

В статье рассмотрены результаты многолетних исследований (2009–2013 гг.) концентрации некоторых компонентов химического состава воды р. Тисы с целью установления ее изменений в современных условиях. Вода исследуемой реки по величине минерализации относится, как и ранее, к α -гипогалинным водам. Состояние кислородного режима остается благоприятным, однако имеются случаи перенасыщения воды кислородом летом, что может быть связано с более интенсивным развитием водорослей. В суммарном содержании азота преобладают его неорганические формы – нитратная и аммонийная. Доминирование нитрат-ионов среди неорганических форм азота свидетельствует о протекании в реке процессов окисления. По сравнению с 90-ми годами прошлого столетия концентрация неорганических форм азота несколько увеличилась. Виявлено повышение концентрации общего фосфора, причем в основном за счет органических соединений. По всей видимости, такая ситуация обусловлена увеличением использования в быту моющих средств, содержащих в своем составе фосфор. Эти данные свидетельствуют об евтрофикации реки. Диапазон концентрации растворенных органических веществ не претерпел заметных изменений по сравнению с 90-ми годами прошлого столетия.

Ключевые слова: река Тиса; гидрохимический и кислородный режимы; минерализация воды; сухой остаток; азот; фосфор; железо; органические вещества.

Comparative assessment of the change in the concentration of individual components of the water chemical composition of the Tisza river transboundary in modern conditions

Skobley M.P., Linnik P.M.

The results of long-term studies (2009-2013) of the concentration of some components of the water chemical composition of the Tisza River (mineralization, dissolved oxygen, inorganic and general nitrogen and phosphorus, their inorganic forms, iron, dissolved organic substances) are considered in the article in order to determine their changes in modern conditions. The water of the investigated river in terms of mineralization is, as before, to α -hypogaline waters. The state of the oxygen regime remains favorable, but there are cases of super saturation of water with oxygen, observed in the summer, which may be due to more intensive development of algae. The total content of nitrogen consists in the main of its inorganic forms – nitrate and ammonium. The dominance of nitrate ions among inorganic forms of nitrogen indicates the oxidation process occurring in the river. Compared to the 90s of the last century, the concentration of inorganic forms of nitrogen increased somewhat. An increase in the concentration of total phosphorus was detected, mainly due to organic compounds. Apparently, this situation is due to increased use of detergents containing phosphorus. These data indicate on the river eutrophication. The concentration range of dissolved organic substances has not undergone any significant changes compared to the 90s of the last century.

Keywords: Tisza River; hydrochemical and oxygen regimes; water mineralization; dry residue; nitrogen; phosphorus; iron; organic substances.

Надійшла до редколегії 30.03.2018

УДК [546.77:556.114.6]:911.375

Ігнатенко І.І.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

МОЛІБДЕН У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ (НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМИ ОЗЕР ОПЕЧЕНЬ)

Ключові слова: молібден, міграція, водойми урбанізованих територій.

Вступ. Водойми та водотоки урбанізованих територій зазнають значних змін внаслідок діяльності людини, що нерідко сприяє погіршенню якості води в них. Система озер Опечень – це залишки річки Почайни, яка колись була правим рукавом Дніпра. Під час будівництва житлового масиву “Оболонь” вони були значно поглиблені і трансформовані у каскад озер кар’єрного типу. Площа водозбору озер знаходиться на території міста та становить 6 тис. га. Система озер передбачена для акумуляції дощового, талого та підземного стоку нагірної частини міста. В оз. Кирилівське впадає р. Сирець, в яку потрапляють води із глиняних кар’єрів Петрівського цегляного заводу. За нашими даними, глибина оз. Мінського становить близько 9,5 м, озер Лугового і Андріївського – 7,5 м, а Кирилівського і Йорданського – 12,5–15,0 м.

В досліджувані озера потрапляє поверхневий стік з автошляхів і забудованих схилів, зливної і ґрунтової води з промислових майданчиків і житлових масивів. Промислові об’єкти – завод лаків і фарб “Лакма”, пивзавод “Оболонь”, що розташовані поблизу озер, не мають відповідних санітарно-захисних смуг. Так, до озер Мінського і Лугового із території житлової та промислової забудови щорічно скидається 3,83 млн. м³/рік неочищених стічних вод. Значна частина хімічних речовин, у тому числі і сполук важких металів, які потрапляють разом зі стоком у водне середовище, можуть бути небезпечними для живих організмів всіх рівнів організації, оскільки мають як прямий, так і опосередкований вплив на них. Якість води озер системи Опечень за трофо-сапробіологічними дослідженнями відносяться до IV та V класів якості – «погана» та «дуже погана» [7]. За вмістом сполук азоту та фосфору якість води озер змінюється від «чистої» до «дуже

ISSN:2306-5680 *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia*. 2018. № 2 (49)