

П.С. ПАПАРИГА, Л.І. ППАШ,
В.Я. ДОВГАНИЧ, Н.Ф. АНДРІЙЧУК
Карпатський біосферний заповідник
м. Рахів, Закарпатська обл., 90600, Україна

ДИНАМІКА ГІДРОХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВОДИ ВОДОТОКІВ ВЕРХНЬОГО БАСЕЙНУ ТИСИ В МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ КАРПАТСЬКОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА

Папарига П.С., Піпаш Л.І., Довганич В.Я., Андрійчук Н.Ф. **Динаміка гідрохімічних параметрів води водотоків верхнього басейну Тиси в межах території Карпатського біосферного заповідника.** – Природа Карпат: науковий щорічник Карпатського біосферного заповідника та Інституту екології Карпат НАН України. – 2022. – № 1 (7). – С. 48–56.

Представлено результати аналізу гідрохімічного стану води водотоків водозбірного басейну верхів'я річки Тиса в межах території Карпатського біосферного заповідника – п. Білий, р. Говерла, р. Богдан, п. Квасний (урочище Головач) р. Біла Тиса, р. Чорна Тиса, р. Тиса. Проведено оцінку якості поверхневих вод за екологічною класифікацією.

Встановлено, що досліджувані води відносяться до дуже чистих та чистих майже за всіма визначуваними нами гідрохімічними параметрами, окрім поодиноких разових випадків, де було визначено дещо некондиційні значення показників рН та заліза загального. За цими параметрами (найгіршими за весь період досліджень) води можна характеризувати як задовільні посередні та помірно забруднені. Проведено аналіз динаміки показників сольового складу, загальної мінералізації та показників рН води у річці Тиса та її допливах за період 2002-2020 року. Встановлено, що мінералізація води потоку Білого майже у 5 разів менше, ніж у річці Тиса (34 та 178 мг/дм³ відповідно). За результатами досліджень 1991 та 2018 років проаналізовано вміст важких металів у ріках Чорна Тиса, Біла Тиса, Тиса. Визначено, що ріка Тиса та її головні допливи на період 1991 року були найбільш забрудненими внаслідок роботи промислових підприємств. Припинення роботи цих підприємств на кінець 90-их років минулого століття сприяло значному покращенню екологічної ситуації водотоків регіону. Наголошено, що покращенню гідрохімічного стану досліджуваних водотоків за останні три десятиріччя посприяв факт передачі значної території водозбірного басейну досліджуваних об'єктів у підпорядкування Карпатського біосферного заповідника.

Ключові слова: гідрохімічні параметри, моніторинг, водотоки, водозбірний басейн, забруднення.

Paparyga P.S., Pipash L.I., Dovhanych V.Ya., Andriyчук N.F. **Dynamics of hydrochemical parameters of water in watercourses of the upper Tysa basin within the territory of the Carpathian Biosphere Reserve**

Presented results of analysis of the hydrochemical state of water in the watercourses of the catchment area of the upper stream of Tysa River within the territory of the Carpathian Biosphere Reserve - the stream Bilyi, the Hoverla River, the Bohdan River, the stream Kvasnyi (Holovach tract), the White Tysa River, the Black Tysa River, Tysa river. The quality of surface waters was assessed according to ecological classification.

It was established that the studied waters belong to very clean and clean according to almost all hydrochemical parameters tested by us, except for a few separate cases where slightly abnormal values of pH and total iron content were detected. According to these parameters (the worst during the entire period of research), the waters can be characterized as satisfactory ordinary and moderately polluted. An analysis of the dynamics of indices of salt composition, general mineralization and pH indices of water in the Tysa River and its tributaries for the period 2002-2020 was carried out. It was established that the mineralization of water in the stream Bilyi is almost 5 times less than in the Tysa River (34 and 178 mg/dm³, respectively). Based on the results of research in 1991 and 2018, has been made an analysis of the content of heavy metals in the rivers Black Tysa, White Tysa, and

Tysa. It was found that the Tysa River and its main tributaries during 1991 were the most polluted due to the work of industrial enterprises. The termination of the work of these enterprises at the end of the 90s of the last century contributed to a significant improvement of the ecological situation of the watercourses in the region. It is emphasized that the improvement of the hydrochemical state of the studied watercourses over the last three decades was facilitated by the fact that a significant part of the territory of catchment area of the studied objects was passed to the Carpathian Biosphere Reserve.

Key words: hydrochemical parameters, monitoring, watercourses, catchment area, pollution.

Вступ

Одним з основних завдань біосферних резерватів є здійснення фонових екологічних моніторингу, що визначає основні зміни в екосистемах. Найкраще зміни природного середовища під дією антропогенних факторів фіксують гідрохімічні інгредієнти у водних об'єктах, оскільки вони відіграють важливу роль у фізіологічних, біохімічних та геохімічних процесах, які відбуваються у ґрунті, воді та рослинах, визначають оптимальні умови існування живих організмів та їхню біологічну продуктивність. Вивчення закономірностей розподілу в них забруднювальних речовин дозволяє достовірно оцінювати ступінь та параметри забруднення території. Гідрохімічні дослідження водних об'єктів є складовою частиною фонових моніторингу і проводяться в Карпатському біосферному заповіднику (КБЗ) з 2002 року. Наразі накопичено потужний пласт інформації про динаміку гідрохімічних показників води в основних водотоках заповідника. На даний час актуальним є створення методологічної основи системи моніторингу, яка б дозволила поєднати методи гідрохімічні та еколого-токсикологічні для комплексної діагностики стану водних екосистем. Для вирішення цих завдань проведено дослідження водотоків верхнього басейну Тиси в межах території Карпатського біосферного заповідника – п. Білий, р. Говерла, р. Богдан, п. Квасний (урочище Головач), р. Біла Тиса, р. Чорна Тиса, р. Тиса.

Матеріали та методика досліджень

Проби води для аналізу із досліджуваних водотоків відбиралися декілька разів на рік у основні гідрологічні фази в попередньо підготовлену чисту інертну тару на постійних пунктах відбору. У подальшому вони були проаналізовані в хімічній лабораторії заповідника на вміст головних іонів сольового складу: SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ + K^+ , нітрати та залізо загальне в мг/дм^3 , загальну жорсткість та лужність в мг-екв/дм^3 , згідно стандартних методик. Показник

РН (активна реакція води) визначався електрометричним методом за допомогою приладу AD1030.

Всі прилади, що використовувались при аналізі, пройшли державну повірку.

Для характеристики гідрохімічних особливостей досліджуваних вод ми користувались класифікацією О.А. Альокіна, згідно якої клас води визначався за переважаючими аніонами, група – за переважаючими катіонами, а тип води – за співвідношенням між іонами в еквівалентах (Харченко та ін., 1999).

Екологічну оцінку якості води проводили згідно "Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями" (Харченко та ін., 1999).

Результати дослідження та їх обговорення

Показники величин мінералізації та іонного складу води, їх співвідношення, суми іонів, концентрація іонів водню та деякі інші є звичайними, властивими всім водним екосистемам інгредієнтами. Їх концентрація може змінюватись внаслідок життєдіяльності живих організмів, господарської діяльності людини та природних факторів (Харченко та ін., 1999).

Результати досліджень за період з 2002 по 2020 роки представлені в попередніх дослідженнях (Папарига та ін., 2017) та таблиці 1.

В іонному складі переважають:

- серед аніонів – гідрокарбонати, вміст яких за середніми багаторічними показниками змінювався протягом цих років від 17,1-20,4 мг/дм^3 на високогір'ї, де можна відмітити незначне їх зростання, до 95,1-118,4 мг/дм^3 у річці Тиса, де, навпаки, відмічалось зменшення останніх;
- серед катіонів, переважно – Ca^{2+} (3,4-35,4 мг/дм^3), у залежності від ступеня мінералізації. На високогір'ї (п. Білий) інколи переважаючим може бути Na^+ . Отже, здебільшого вода характеризувалась як гідрокарбонатно-кальцієва, рідше – гідрокарбонатно-натрієва першого, другого (іноді третього типів).

Таблиця 1. Гідрохімічний склад водотоків верхнього басейну Тиси (2016-2020 рр.) *

Інгредієнт	п. Білий, водоспад, в.н.р.м 1550 м	р. Говерла, гідропост, КПП, в.н.р.м 750 м	р. Богдан, ур. Лавка	п. Квасний (ур. Головач)	р. Біла Тиса, Усть Говерла	р. Чорна Тиса ур. Кевелів	р. Тиса, гідропост ур. Підділ
РН	<u>5,40-6,96</u> 6,17	<u>6,05-7,40</u> 6,90	<u>6,18-7,33</u> 6,58	<u>6,20-7,54</u> 6,93	<u>6,62-7,15</u> 6,76	<u>6,37-7,37</u> 6,82	<u>7,30-9,40</u> 7,91
Жорсткість, мг-екв/дм ³	<u>0,13-0,40</u> 0,29	<u>0,70-1,48</u> 1,17	<u>0,75-2,15</u> 1,45	<u>1,15-2,10</u> 1,50	<u>1,10-1,70</u> 1,33	<u>1,65-2,24</u> 2,01	<u>0,95-2,25</u> 1,83
Ca ²⁺ , мг/дм ³	<u>2,6-6,6</u> 4,5	<u>11,0-23,0</u> 16,8	<u>14,0-31,7</u> 3,0	<u>17,0-38,1</u> 25,4	<u>13,6-30,5</u> 20,7	<u>28,1-40,1</u> 31,8	<u>10,0-38,1</u> 28,2
Mg ²⁺ , мг/дм ³	<u>0,2-1,2</u> 0,73	<u>1,8-8,3</u> 4,0	<u>0,6 -5,7</u> 3,7	<u>2,3-3,6</u> 2,8	<u>2,2-5,1</u> 3,6	<u>2,4-9,7</u> 5,2	<u>3,0-7,9</u> 4,9
Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	<u>2,6-7,0</u> 4,2	<u>1,5-3,6</u> 2,2	<u>1,6-5,9</u> 3,4	<u>5,0-10,9</u> 7,1	<u>4,4-6,8</u> 5,9	<u>2,4-4,6</u> 3,5	<u>0,5-5,9</u> 3,9
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	<u>15,2-24,4</u> 20,4	<u>34,3-73,2</u> 59,6	<u>43,1-133,2</u> 78,4	<u>79,3-133,2</u> 97,2	<u>67,1-99,6</u> 78,0	<u>95,2-121,8</u> 109,8	<u>40,6-134,2</u> 95,1
Cl ⁻ , мг/дм ³	<u>1,4-2,3</u> 1,9	<u>1,8-2,9</u> 2,3	<u>1,8-3,5</u> 2,4	<u>1,8-2,2</u> 2,0	<u>3,1-5,6</u> 4,2	<u>3,0-3,8</u> 3,3	<u>2,5-7,7</u> 3,9
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	<u>1,5-4,2</u> 3,2	<u>6,0-15,1</u> 10,4	<u>6,0-16,8</u> 10,9	<u>4,0-11,3</u> 6,5	<u>8,0-12,5</u> 9,5	<u>9,0-15,4</u> 12,4	<u>8,0-31,1</u> 14,2
Загальна мінералізація, мг/дм ³	<u>25-42</u> 36	<u>58-117</u> 95	<u>76-187</u> 122	<u>114-185</u> 141	<u>106-148</u> 122	<u>143-183</u> 166	<u>70-192</u> 150
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<u>0,25-3,30</u> 1,21
Fe заг, мг/дм ³	<u>0,01-0,03</u> 0,02	<u>0,01-0,05</u> 0,02	<u>0,01-0,06</u> 0,03	0,01	<u>0,01-0,05</u> 0,03	<u>0,005-0,1</u> 0,04	<u>0,01-0,15</u> 0,08
Індекс	C _I ^{Ca} , C _I ^{Na} , C _{II} ^{Ca}	C _{II} ^{Ca}	C _{II} ^{Ca} , C _I ^{Ca}	C _I ^{Ca}	C _{II} ^{Ca}	C _{II} ^{Ca}	C _{II} ^{Ca} , C _{III} ^{Ca}

*Примітка. В чисельнику наведені мінімальні та максимальні значення результатів аналізу за рік, у знаменнику – середні значення; *Індекс – іонний склад вод (класифікація Альокіна)

Мінімальний вміст іонів Mg²⁺ (0,6-1,2 мг/дм³) визначений в потоці Білий у верхній течії, а максимальний – в річці Чорна Тиса (5,2-6,0 мг/дм³) за середніми показниками протягом всього періоду спостережень.

Іон SO₄²⁻ займає друге місце після HCO₃⁻. У досліджуваних водах вміст його не перевищував 31,1 мг/дм³. Максимальні значення, в основному, у всіх водотоках фіксувалися під час межені та періоду весняного сніготанення. На високогір'ї спостерігалось також збільшення вмісту сульфатів після проходження зливових дощів. Причиною може бути випадання кислотних опадів, адже жив-

лення водотоку там переважно атмосферне.

Хлорид-іони дуже добре розчиняються у воді й мало сорбуються зваженими частинками. Відповідно, значне збільшення концентрації хлоридів у воді річок може слугувати чутливим індикатором техногенного навантаження. Для наших карпатських річок характерний незначний їх вміст. Максимальні одноразові значення були визначені в річці Тиса – 10,6 мг/дм³.

Отже, за забрудненістю компонентами сольового складу (хлоридами та сульфатами) – всі проаналізовані води належать до категорії якості 1, клас якості I (Cl⁻ < 20 мг/дм³, SO₄²⁻ < 50 мг/дм³) (табл. 4).

Вода досліджуваних водотоків прісна (у високогір'ї – ультрапрісна). Загальна мінералізація (за середньорічними показниками) змінювалась від 25 до 44 мг/дм³ у високогір'ї (потік Білий, водоспад, в.н.р.м. 1550 м), близько до витоків, із поступовим збільшенням вниз по течії (рис. 1).

Максимальні разові значення мінералізації води за весь період досліджень визначені для річок Тиса (240 мг/дм³) та Чорна Тиса (203 мг/дм³) у період осінньої межені. Загалом, за весь період досліджень, загальна мінералізація води в річці Тиса на гідропосту за середньорічними показниками знаходилась в межах 114-218 мг/дм³ (рис. 2). Середній багаторічний показник становить 178 мг/дм³.

Найменші значення мінералізації спостерігаються в період весняної повені, коли таниє сніг, а також в теплий період року під час зливових дощів. У цей час проходить розведення річкової води. Найбільші значення мінералізації характерні для зимової та осінньої межені.

Згідно класифікації вод за критерієм мінералізації всі, досліджувані води відповідають

класу якості I – "прісні", категорії якості 1 – "гіпогалинні", для якої загальна сума іонів не перевищує 500 мг/дм³.

Загальна жорсткість води обумовлена, головним чином, присутністю розчинних сполук кальцію та магнію і змінюється в залежності від типу підстилаючих порід та ґрунту, з яких складається басейн водозбору, а також від пори року (Харченко та ін., 1999). При жорсткості до 4 мг-екв/дм³ вода вважається м'якою. В досліджуваних водах загальна жорсткість змінювалась в сторону поступового збільшення вниз по течії і коливалась від 0,13 (на високогір'ї) до 2,80 мг-екв/дм³ (р. Тиса). Отже, всі ці води є м'якими.

Важливим показником для еколого-санітарної характеристики води є показник рН (активна реакція води), яка визначається співвідношенням іонів водню та гідроксильних іонів. Ця величина змінюється від 0 до 14 одиниць. Нейтральному середовищу відповідає РН = 7, менше 7 – кислому, більше 7 – лужному. На показник РН можуть впливати як природні, так і антропогенні фактори.

Середні величини рН, визначені в дослі-

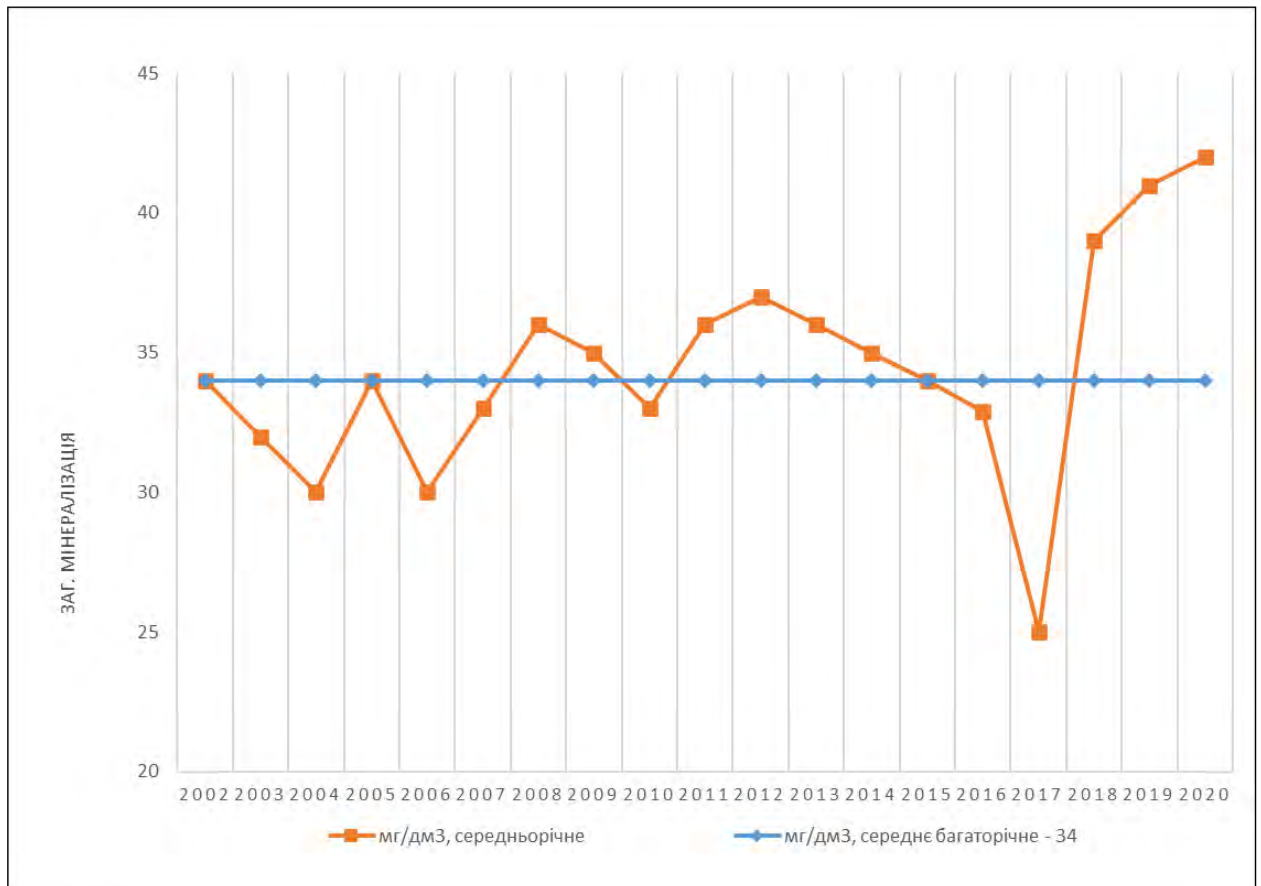


Рис.1. Динаміка середньорічних показників загальної мінералізації води потоку Білий (водоспад, 1550 м н.р.м.)

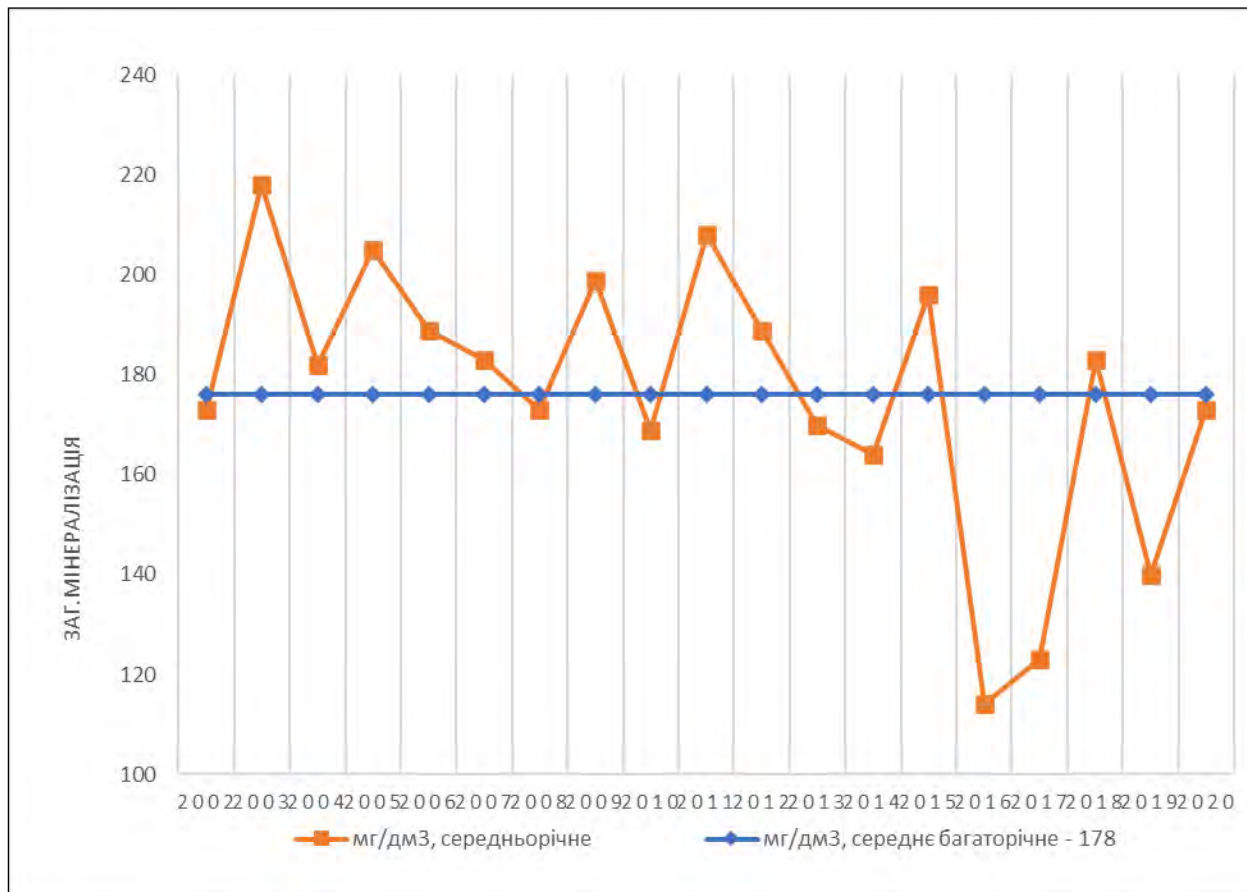


Рис. 2. Динаміка середньорічних показників загальної мінералізації води річки Тиса (м. Рахів, ур. Підділ, гідропост, 390 м н.р.м.)

джуваних річках, вказують, що вода мала здебільшого слабокислу близьку до нейтральної та слаболужну реакції. Спостерігалось зниження рН до слабокислого навесні, що зв'язано з надходженням великої кількості талих вод у водотоки. У високогірній частині вода потоків має слабокислу реакцію у більшості випадків. Мінімальне значення рН – 5,4 визначено у пробі відібраній після проходження значних опадів (тоді ж спостерігалось і збільшення сульфатів). Високогірні потоки є найбільш вразливими з точки зору закислення, оскільки природно показник рН у них є вже слабокислим, що й видно на прикладі потоку Білий (рис. 3). Середній багаторічний показник рН води з потоку Білий складає 6,33.

Викликає деяке занепокоєння, коли даний показник за межею допустимих значень – менше ніж 6,5 та понад 8,5 од. Так, за результатами аналізу проведеного на початку травня 2017 р. вода з р. Тиса на гідропосту відповідала III типу, а показник рН досягав 9,44 од., що вказує на надходження в річку забруднюючих речовин. Саме

тоді спостерігалися збільшення мутності та підйом рівня води за рахунок активного танення снігу в горах, внаслідок чого в річку могла потрапити велика кількість забруднення із поверхневим стоком, що привело до погіршення якості води. Цьому сприяють і трансграничні перенесення забруднюючих речовин атмосферними течіями із промислово-розвинених територій. Це підтверджують попередні дослідження проведені науковими співробітниками КБЗ (Крюченко та ін., 2021).

Середній багаторічний показник рН води річки Тиса становить 7,88 од. (рис. 4).

Вміст розчинних сполук заліза знаходиться в залежності від рН середовища і окисно-відновних процесів, що протікають в ньому. ГДК для заліза < 0,3 мг/дм³. Для деяких карпатських річок характерний дещо вищий вміст заліза з чисто природних причин. За даними хіманалізу протягом 2016-2020 років у досліджуваних водах заліза містилось від 0,005 до 0,15 мг/дм³, тобто перевищення по ГДК не відмічалось.

Вміст NO₃⁻ визначався експрес-методом і не

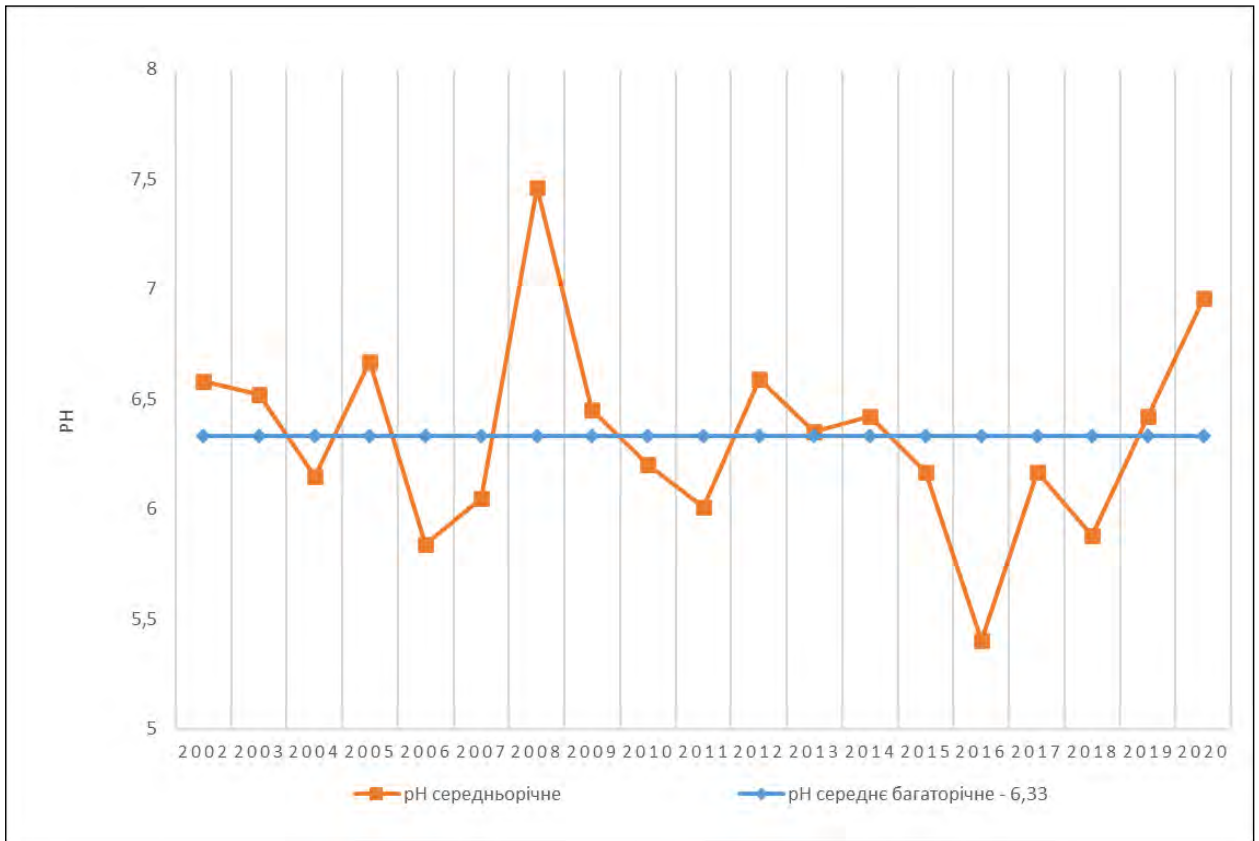


Рис. 3. Динаміка середньорічних показників рН води потоку Білий (водоспад, 1550 м н.р.м.)

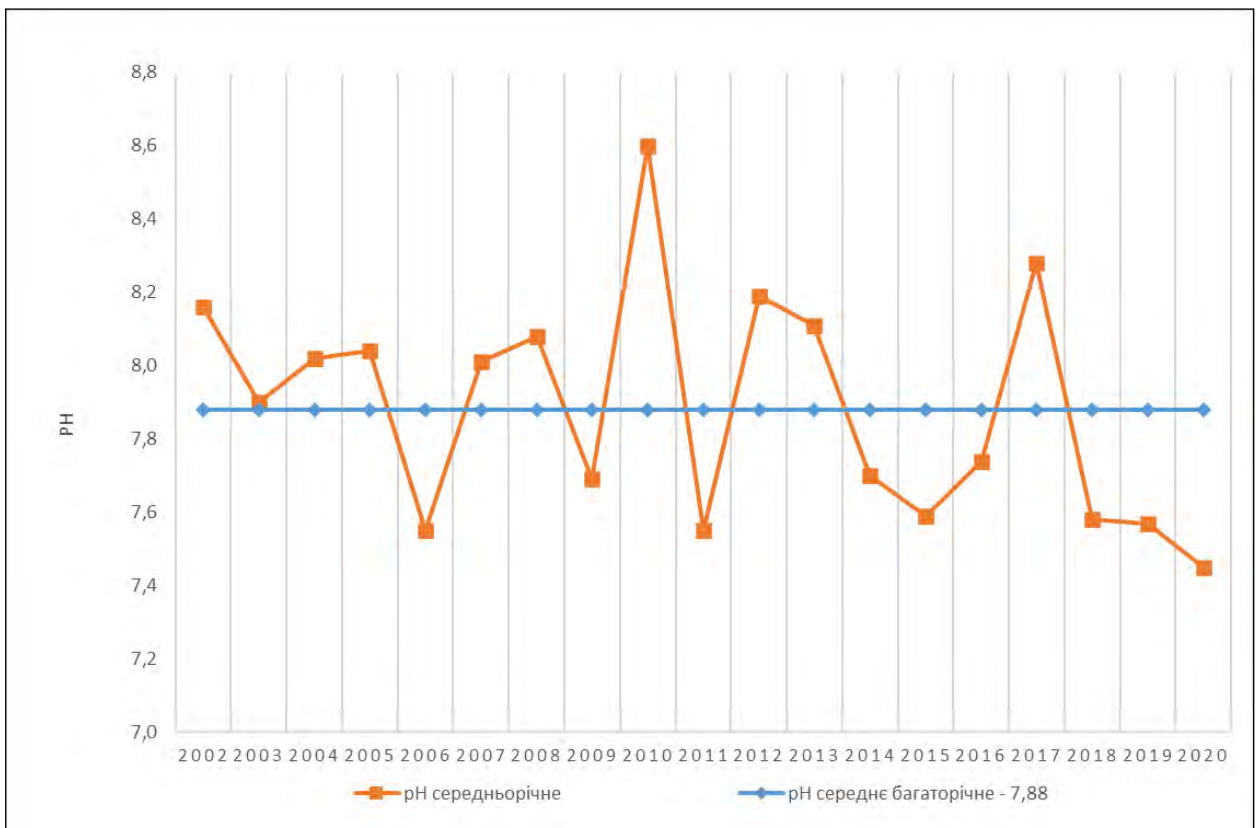


Рис. 4. Динаміка середньорічних показників рН води річки Тиса (м. Рахів, урочище Підділ, гідропост, 390 м н.р.м.)

перевищував, в основному, 1 мг/дм³, що є в межах норми (ГДК NO₃ < 40 мг/дм³ для вод рибогосподарського значення). Максимальний вміст – 3,3 мг/дм³ був визначений в річці Тиса (табл. 1).

Для екологічного аналізу вод за гідрохімічними параметрами було використано екологічну класифікацію з зазначенням класу і критерію якості вод за кожним водотоком. Аналізувалися наступні показники – вміст хлоридів, сульфатів, загальне залізо, загальна мінералізація, азот нітратний та показник РН (табл. 2).

Категорії або клас якості вод можуть бути різними для різних інгредієнтів. Вони відображають природний стан та ступінь антропогенного забруднення. За екологічною класифікацією I клас з категорією 1 за їхнім станом відповідає назві "відмінні", а за ступенем чистоти (забрудненості) – "дуже чисті". По більшості параметрах наші досліджувані води відносяться саме до таких.

Отже, за системою екологічної оцінки якості поверхневих вод отримано наступні висновки щодо стану і ступені чистоти за період 2016-2020 рр. (табл. 2):

потік Білий – відмінні, дуже чисті (I1) по

всіх інгредієнтах, крім показника рН, по якому відповідає класу та категорії якості (III5), тобто задовільні посередні та помірно забруднені;

річка Говерла – відмінні, дуже чисті (I1) по всіх інгредієнтах;

річка Богдан – в основному, відмінні, дуже чисті (I1), по показнику рН – добрі, досить чисті (II3);

потік Квасний – відмінні, дуже чисті (I1), по всіх параметрах;

річка Біла Тиса – в основному, відмінні, дуже чисті (I1), по показнику рН – дуже добрі, чисті (II2);

річка Чорна Тиса – відмінні, дуже чисті (I1), по показнику рН – дуже добрі, чисті (II2);

річка Тиса – відмінні, дуже чисті (I1); по вмісту загального заліза – добрі, досить чисті (II3); по показнику рН та азоту нітратному – дуже добрі, чисті (II2).

Не менш важливою оцінкою якості води є виявлення специфічних забруднювачів токсичної дії таких як нафтопродукти, феноли, важкі метали, поверхнево-активні речовини, тощо. Це показники, що характеризують, як правило, промислово складову загального обсягу надходжень до поверхневих вод забруднюючих речовин. Згідно даних (Харченко та ін., 1999) за 1991

Таблиця 2. Оцінка якості поверхневих вод за екологічною класифікацією (2016-2020 рр.)

Інгредієнт	п. Білий	р. Говерла	р. Богдан	п. Квасний	р. Біла Тиса	р. Чорна Тиса	р. Тиса
Cl, мг/дм ³	1,9	2,3	2,4	2,0	4,2	3,3	3,9
Клас та категорія якості вод	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	3,2	10,4	10,9	6,5	9,5	12,4	14,2
Клас та категорія якості вод	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
Заг. мінерал., мг/дм ³	36	95	122	141	122	166	150
Клас та категорія якості вод	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1
Fe заг, мг/дм ³	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03	0,04	0,08
Клас та категорія якості вод	I1	I1	I1	I1	I1	I1	II3
рН	6,17	6,90	6,58	6,93	6,76	6,82	7,92
Клас та категорія якості вод	III5	I1	II3	I1	II2	II2	II2
Азот нітратний, мгN/дм ³	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,274
Клас та категорія якості вод	I1	I1	I1	I1	I1	I1	II2

рік ситуація стану якості води за специфічними показниками токсичної дії на українській частині басейну верхньої Тиси була досить несприятливою (табл. 2). Особливо, це стосується забруднення вод важкими металами, що надходять у вищенаведені водотоки, які значно перевищували фонові показники. Головною причиною такого стану безперечно було інтенсивне на той час антропогенне навантаження на селітебних ділянках досліджуваних водотоків, яке було підсилене природними чинниками, адже Карпати є геохімічною провінцією з підвищеною концентрацією важких металів (Харченко та ін., 1999). Концентрація важких металів зумовлена їх надходженням як із антропогенних джерел, так і з природних. А річка Тиса, як головна водна артерія, в яку впадають річки нижчого порядку (Чорна Тиса, Біла Тиса, та інші притоки) є порівняно найбільше забрудненою за всіма компонентами токсичної дії. У таблиці 3 наведено дані результатів аналізу вмісту важких металів у річці Тиса та її головних притоках – річках Чорна і Біла Тиса та нормативи гідрохімічних показників, за якими визначають якість води для водойм рибогосподарського призначення (ВРГП) та для водойм господарсько-побутового використання (ВГПВ). Як можна спостерігати з таблиці 3, вимоги до води рибогосподарського призначення є жорсткішими, а відповідно і менші значення ГДК_{кр}, як для води господарсько-побутового використання. Це стосується насамперед вмісту важких металів у воді р. Тиса, який у десятки разів більший у порівнянні із вмістом важких металів у її притоках (табл. 3). Це вказує на наявність потужного антропогенного забруднення.

У 2018 році співробітниками наукового відділу КБЗ спільно із науковцями Інституту гео-

логії і геохімії горючих копалин (ІГГК) НАН України було проведено відбір та хіманаліз води із низки водних об'єктів водозбірного басейну верхньої ділянки р. Тиса. Аналітику проведено у лабораторії ІГГК НАН України (м. Львів) відповідно до стандартних методик. Аналіз динаміки вмісту мікроелементів у воді річки Тиса та головних її допливів за 1991 та 2018 роки (табл. 3) вказує на чітку тенденцію до зменшення вмісту елементів токсичної дії майже у всіх зразках води за 2018 рік, у порівнянні з 1991 роком. Це може пояснюватися надходженням відповідних токсичних речовин у р. Тиса станом на 1991 рік із великих промислових підприємств-забруднювачів, які були розміщені на терасах р. Тиса в межах міста Рахів і успішно функціонували до середини 90-их років минулого століття. Зокрема – це фабрика штучного хутра, яка розташована у середній течії річки Чорна Тиса, картонно-паперова фабрика, конденсаторний завод, меблева фабрика та ін. які розташовані на березі річки Тиса в районі міста Рахів. Усі вони скидали відходи виробництва у вищенаведені водотоки, а на початку 21-го століття повністю припинили своє існування. На думку авторів, вищенаведений фактор і став причиною покращення якості мікроелементного стану води у досліджуваних водотоках.

Висновки

За результатами отриманих даних гідрологічних досліджень, проаналізовано динаміку гідрохімічного стану водотоків у верхів'ї річки Тиса та її допливів у межах території Карпатського біосферного заповідника. Проведено оцінку якості поверхневих вод (п. Білий, р. Говерла, р. Богдан, п. Квасний (ур. Головач) р. Біла Тиса, р. Чорна Тиса, р. Тиса) за

Таблиця 3. Динаміка вмісту речовин токсичної дії у верхів'ї річки Тиса та головних її допливах (мг/л)

	Тиса		Біла Тиса		Чорна Тиса		ГДК (ВГПВ)	ГДК (ВРГП)
	1991	2018	1991	2018	1991	2018		
Cu	0,003-0,086	< 0,005	0,002-0,009	< 0,005	0,007-0,019	0,006	≤ 1,0	0,001
Zn	0,029-0,592	0,043	0,018-0,225	0,013	0,017-0,171	0,024	≤ 1,0	0,01
Pb	0,012-0,066	< 0,01	0,011-0,036	< 0,01	0,019-0,04	< 0,01	≤ 0,01	0,1
Fe	0,03-0,1	0,15	0,02-0,051	0,054	0,03-0,04	0,072	≤ 1,0	0,1
Mn	0,004-0,029	0,15	0,007-0,024	0,008	0,007-0,004	0,072	≤ 0,5	0,01
Ni	0,0-0,038	< 0,01	0,0-0,02	< 0,01	0,0-0,018	< 0,01	≤ 0,02	0,01
Cd	0,0-0,01	< 0,001	0,011-0,036	< 0,001	0,001-0,006	< 0,001	≤ 0,001	0,005
pH	7,91	7,70	7,57	6,67	6,99	7,24	6,5-8,5	6,5-8,5

екологічною класифікацією. Встановлено, що найчистішими водотоками є річка Говерла (територія Чорногірського природоохоронного науково-дослідного відділення) та потік Квасний (Марамороське ПНДВ), якість води в яких за станом і ступенем чистоти характеризується як – "відмінні" та "дуже чисті" (ІІ), по всіх параметрах (за середніми показниками). В інших досліджуваних нами річках та потоках відмічалось незначне погіршення по показнику рН та вмісту заліза загального.

Проведено аналіз динаміки показників загальної мінералізації і показників рН води річки Тиса та її приток за період 2002-2020 рр. і встановлено що водотоки на території КБЗ можуть слугувати еталонами при проведенні хіманалізу води у водотоках на антропогенно порушених територіях. З'ясовано, що мінералізація вод потоку Білий у 5 разів менше, ніж у річці Тиса. За

результатами досліджень 1991 року проаналізовано вміст важких металів в ріках Чорна Тиса, Біла Тиса, Тиса. Встановлено, що річка Тиса була найбільш забрудненою внаслідок роботи промислових підприємств. Згідно даних (Харченко та ін., 1999) та отриманих результатів власних досліджень найбільш забрудненою за вмістом важких металів є головна водна артерія регіону – р. Тиса. На даний час ситуація є суттєво кращою завдяки припиненню діяльності у середині 90-их років минулого століття усіх великих підприємств-забруднювачів.

Наголошено, що покращенню гідрохімічного стану досліджуваних водотоків за останні три десятиріччя посприяв фактор передачі значної території водозбірного басейну досліджуваних об'єктів у підпорядкування Карпатського біосферного заповідника та припинення функціонування підприємств-забруднювачів.

Список посилань

- Крюченко Н.О. Гідрохімічні аспекти моніторингових досліджень Карпатського біосферного заповідника / Н.О. Крюченко, Е.Я. Жовинський, П.С. Папарига. – Київ, 2021. – 136 с.
- Папарига П.С. Гідрохімічний стан водотоків верхнього басейну Тиси у межах території Карпатського біосферного заповідника / П.С. Папарига, Л.І. Піпаш, В.В. Маляр та ін. // Природа Карпат: науковий щорічник Карпатського біосферного заповідника та Інституту екології Карпат НАН України, 2017. – №1 (2). – С 77–84.
- Харченко Т.А. Гідроекологічний стан басейну Тиси / Т.А. Харченко, А.В. Ляшенко, М.О. Овчаренко та ін. – Київ, 1999. – 152с.
- Яцик А.В. Малі річки України: Довідник / А.В. Яцик, Л.Б. Бишовець, Є.О. Богатов та ін. – К.: Урожай, 1991. – 293 с.