УДК [551.332.54+556.114] (292.452)

Хільчевський В.К.[1], Корчемлюк М.В.[2], Кравчинський Р.Л.[2], Савчук Б.Б.[2]
[1]Київський національний університет імені Тараса Шевченка
[2]Карпатський національний природний парк, м. Яремче, Івано-Франківська обл.

УМОВИ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ ГІРСЬКОГО ОЗЕРА МАРІЧЕЙКА (МАСИВ ЧОРНОГОРА, УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Ключові слова : *карові (льодовикові) водойми, Карпатський національний природний парк (КНПП), Чорногора, озеро Марічейка, хімічний склад води.*

Територія України характеризується значною різноманітністю умов формування хімічного складу природних вод – від техногенно-кризових регіонів до фактично не порушених природних комплексів [1].Останні, найбільш поширені у Карпатській гірській країні. У світлі інтенсифікаціїглобальних антропогенних процесів і перетвореньвони мають надзвичайно важливий науковий і практичний інтерес. Зокрема, це стосується гірських озерних екосистем Чорногори (найвищого гірського масиву Українських Карпат), які завдяки своєрідномугенезису, географічному положенню і умовам живлення здатні відображати зміни, що відбуваються на всіх рівнях моніторингу навколишнього природного середовища – місцевого (локального), регіонального, державного і, навіть, планетарного.

Згадки про гірські озера Карпат зустрічаються ще у працях Л. Вайґеля (1880), Г. Запаловича (1881), К. Сігмета (1932), Т. Посевича (1893), Й. Бездека (1905), Г. Козія (1932), К. Кухара (1975). На них звертають особливу увагу дослідники древнього зледеніння Чорногори : Г. Ґонсьоровський (1906), С. Павловський (1915), Ф. Вітасик (1923), Б. Свідерський (1932) [2].

На сучасному етапі вивчення гірських карпатських водойм стосується чотирьох основних аспектів – ландшафтно-геоморфологічного, гідролого-гідрохімічного, гідробіологічного, туристично-рекреаційного – та пов'язано з науковою діяльністю вчених Інституту екології Карпат НАН України, Львівського національного університету імені Івана Франка, Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та фахівців Карпатського національного природного парку (Карпатського НПП).Ці дослідженнях прямо чи опосередковано торкаються проблематики формування хімічного складу та якості води гірських озер.

Матеріал і методика досліджень.Проведені нами раніше дослідження показали, що хімічний склад води гірських озер Карпат значною мірою залежить від крутизни та експозиції схилів, що відображають вплив мікрокліматичних процесів, а також регіональних орографічних особливостей самого Чорногірського масиву, що виконує роль кліматичного бар’єра [7].

Унікальність кожного окремого гірського озера Українських Карпат вимагає індивідуального підходу до вивчення водойм на об’єктовому рівні. *Мета роботи* – визначити основні фактори, закономірності та особливості формування хімічного складу води гірських озер Українських Карпат на прикладі окремого озера..

Об’єктом дослідження обрано гірське озеро льодовикового походження Марічейка, що розташоване на північно-східному схилі г. Шурин гірського масиву

Чорногора (Верховинський район Івано-Франківської області). Це є південною частиною території Карпатського НПП.

Предмет дослідження – основні фізико-хімічні показники якості води (прозорість, температура, головні іони та мінералізація, біогенні речовини тощо).

Методика дослідження. В основу роботи покладено результати експедиційних досліджень, проведених фахівцями Карпатського НППу 2017 р. Відбір проб води проводився у літній та осінній сезони– періодиактивізації зовнішніх факторів впливу на озерні екосистеми та динаміки внутрішньоводойменних процесів. Для вивчення просторового розподілу показників температури води, pH та мінералізації води проби відбиралися у приповерхневому шарі по всій акваторії озера у різних точках. Хімічний аналіз води виконано у вимірювальній лабораторії аналітичного контролю та моніторингу Карпатського НПП (м. Яремче Івано-Франківської області).

Результати досліджень та їх обговорення. У процесі проведення детального географічного вивчення гірських озер Карпат першим і найважливішим чинником, що відображає умови прямого впливу на водойму – це контактуючесередовище (геолого-геоморфологічна будова, клімат, рельєф та гідрогеологічні умови). Коротко зупинимося на природних умовах, що характеризують масив Чорногора в Українських Карпатах, на якому розташовано кілька десятків невеликих карових озер, які є прикладом гірських льодовикових водойм на території України.

Природні умови. *Геологія.* З точки зору геологічної будовитериторія досліджень, як і усієї території Українських Карпат, майже повністю утворена геологічними породами пісковикового флішу. Відповідно до геологічної карти [5] територія озера розташована у межах поширення товстошаровихпісковиків, перешарованих з аргілітами та алевролітами верхнього відділу крейдової системи (сенонський надярус, свидовецька свита).

Клімат. Усі озера гірського масиву Чорногора розташовані у помірно холодній (1250-1500 м н. р. м.) та холодній (1500-2000 м н. р. м.) кліматичних зонах, що характеризуються зміною середніх температур липня від +12˚С до + 9 ˚С, а січня від -10 ˚С до-12 ˚С. Внаслідок кліматичних умов, у тому числі через промерзання водної товщі взимку, в озерах Чорногори не водиться риба.

Ландшафти. Сучасний ландшафтно-геоморфологічний малюнок території досліджень сформувався у четвертинний період у результатіерозійної діяльностігірського льодовика. Період так званого плейстоценового зледеніння альпійсько-субальпійського поясу та лісового середньогір'я Карпат знаменувався утворенням низки заглиблень у рельєфі з характерними карами (льодовиковими цирками) різних за розмірами та формами. Один з таких великих цирків нівації площею понад 1 га утворився на південно-східних схилах г. Шурин-Гропа Чорногірського масиву на висоті близько 1510 м.Згодом ця заглибина заповнилась талими льодовиковими, сніговими і дощовими водами; таким чином утворилось озеро, відоме під назвою Марічейка.

Гідроморфологія*. Типізація озер за площею дзеркала згідно ВРД ЄС*. У зв'язку з підписанням у 2014 р. Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, в практиці управління водними ресурсами України відбувається імплементація положень і нормативів Водної рамкової директиви Європейського Союзу [14], зокрема й тих, що стосуються гідроморфологічної оцінки водних об'єктів.

Згідно ВРД ЄС типізація озер виконується за такими дескрипторами (показниками): висота водозбору; середня глибина; площа водного дзеркала; геологічні породи. При цьому вказується місце розташування озера за екорегіоном (для України – Карпати, Угорська низовина, Понтійська провінція, Східні рівнини).

Розглянемо градації названих вище дескрипторів за ВРД ЄС [14], адаптованих до умов України, при типізації озер.

Озера за площею водного дзеркала:великі – 10-100 км^2; середні – 1-10 км^2; малі – 0,5-1,0 км^2; дуже малі – < 0,5км^2.

Озера за середньою глибиною: глибокі – > 15 м; середньої глибини – 3-15 м; мілкі– < 3 м.

Висота водозбору для озер: середньогір'я – > 800 м; низькогір'я – 500-800 м; височина – 200-500 м; низовина – < 200 м.

Геологічні породи для характеристики розташування озер: вапнякові; силікатні; органічні.

Дуже важливим показником для органів управління водними ресурсами (у нашій країні – Державного агентства водних ресурсів України)є площа водного дзеркала озера, яка корелює з об'ємом озера і засвідчує значимість озера у водоресурсному плані. В результаті у сферу інтересу водного менеджментупопадають озера категорій «великі», «середні» та «малі» (типізація озер, інвентаризація, моніторинг тощо). Озера категорії «дуже малі»типізації не підлягають.

Згідно з класифікацією озер за площею водного дзеркала за ВРД ЄС всі гірські озера Чорногори належать до категорії «дуже малі» (площа дзеркала < 0,5 км^2). Наприклад, одне з найбільших – озеро Бребенескул, що розташоване на висоті 1793 м н. р. м., має площу дзеркала лише 0,0061 км^2.

Навіть Синевир (масив ВнутрішніҐорґани, висота 989 м н. р. м.), яке є найбільшим озером Українських Карпат,має площу дзеркала всього 0,04-0,07км^2. Тобто, всі озера Українських Карпат заплощею водного дзеркаланалежать до категорії «дуже малі».

Згідно з класифікацією озер за середньою глибиною за ВРД ЄС всі гірські озера Чорногори належать до категорії «мілкі» (середня глибина – < 3 м). В Українських Карпатах лише Синевир належить до озер середньоглибоких (8-10 м).

Згідно з класифікацією за висотою водозбору за ВРД ЄС всі гірські озера Чорногори належать до категорії озер, розташованих на середньогір'ї (висота> 800 м).

Слід коротко зупинитися на поняттях «високогір'я» та «високогірні озера». У фізичній географії рельєф вважається високогірним на відмітках понад 2500-3000 м. Найвища гора Українських Карпат Говерла має висоту 2061 м. Тому з фізико-географічних позицій можна констатувати, що в Українських Карпатах високогір'я немає. Тому не може бути і високогірних озер.

В той же час, поняття «високогір'я Українських Карпат» обґрунтовано ботаніками для гірських природно-територіальних комплексів, розташованих над природною верхньою межею лісу (1300–2061 м н. р. м.). Так у природоохоронну наукову літературу проникнувтермін «високогірні озера» Українських Карпат, яким позначають водойми, що знаходяться вище 1300 м (наприклад, на масиві Чорногора) [2].

Резюмуючи розгляд основних аспектів типізації озер згідно ВРД ЄС, слід відзначити, що за своїм основним гідроморфологічним параметром – площею водного дзеркала – озера Українських Карпат знаходяться поза межами інтересів водного менеджменту. Але їхня екологічна роль є надзвичайною.

Морфологія озера Марічейка. Досліджуване озеро Марічейка (висота 1510 м н. р. м.) за площею водного дзеркала (0,0039 км^2) є другим серед озер Чорногори. Довжина озера – 111 м, ширина – 35 м, середня глибина – 0,8 м, у ямах з донними джерелами – до 1,1 м (морфометричні параметри виміряні нами у 2017 р.). Слід відзначити, що під час досліджень у 1888 р. Т. Вішньовський вказував, що максимальна глибина озера досягала 2 метрів. Сучасне обміління Марічейки пов'язують із руйнуванням загороджувальної морени водами потоку, що витікає із озера [10].

Таким чином, за типізацією ВРД ЄС озеро Марічейка є дуже малим мілким озером середньогір'я Карпат на силікатних породах.

Живлення озера. Основною стабільною прибутковою частиною водного балансу Марічейки є підземне живлення, яке превалює над атмоферним. Низка водних джерел впадаєіз західної, південно-західної та південної сторони озера.Існуютьприпущення про існування безпосередньо у ложі водойми місць розвантаження підземних вод латентного характеру [10]. Вода в озері накопичується і утримується завдяки закритості із зовнішнього боку (східна частина) стадіальною мореною, яка у північній частині прорізана струмком, що витікає з водойми і впадає в р. Погорілець (басейн Пруту).

***Гідрохімія**. Мінералізація води* в озері Марічейка у період спостережень була надзвичайно низькою – 23-28 мг/дм^3, а вміст сульфатів – 9-18 мг/дм^3 (табл.1), що за даними [12] відповідає середньому хімічному складу атмосферних опадів Карпатської гірської країни.Опробування одного з джерел, що живить озеро, показало теж низьку мінералізацію його води - 23 мг/дм^3. Така низька мінералізація води підземних джерел, що виклинюються і живлять озеро Марічейка, на нашу думку, пов'язана з процесами фільтрації атмосферних опадів та швидкого водообміну в породах пісковикового флішу, збіднених на хімічні речовин. В результаті, джерельна вода за складом мало відрізняється від атмосферних опадів, які , фактично, живлять їх.

Відповідно до гідрохімічної типізації басейну р. Прут [11], об'єкт досліджень розташований у межах водозбору Гірського Карпатського типу, у якому річкові води мають мінералізацію у межах 100-300 мг/дм^3. В цілому ж, отримані значення мінералізації води озера Марічейка співмірні з результатами досліджень карових озер Чорногори, що виконувалися раніше.

Таблиця 1. **Хімічний склад води озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати) за даними гідрохімічних зйомок у 2017 р.**

Дата відбору проб води	Прозорість, см	Лужність, мг-екв/дм^3	NH_4^+, мг/дм^3	NO_2^-, мг/дм^3	NO_3^-, мг/дм^3	SO_4^{2-}, мг/дм^3	Фосфати, мг/дм^3	pH	O_2, мг/дм^3	Твердість води, мг-екв/дм^3	CaO, мг/дм^3	$CaCO_3$, мг/дм^3	Мінералізація води, мг/дм^3
14.06.2017	>20	1,8	0	0	0,87	9	0	5,6	9,0	0,20	26,0	38,0	23,0
19.10.2017	>20	1,2	0	0	0,00	18	0	7,4	6,5	0,54	30,0	54,0	28,0

В роботі [2] наведено матеріали по мінералізації води деяких озер Чорногори, отримані авторами власноруч (2008 р.), а також дані Г.П. Міллера, отримані в 1961 р, та Колодія В.В. і Демидюка М.С., отримані в 1986-1987 рр. Опробування, виконані в різні роки різними авторами, показують достатньо відмінні між собою значення мінералізації озерних вод: Бребенескул – 20 мг/дм^3 (1961 р.) і 47 мг/дм^3 (1986 р.); Несамовите – 12 мг/дм^3 (1961 р.), 18 мг/дм^3(1986 р.) і 98,6 мг/дм^3(2008 р.); Верхнє Озірне – 26 мг/дм^3 (1986 р.) і 106,7 мг/дм^3 (2008 р.) [2]. Основний висновок, який можна зробити за цими даними – за п'ять десятиліть відбулося значне зростання мінералізації води в деяких озерах масиву Чорногора (наприклад, у Несамовитому – у 8 разів). Але, як відомо, достовірними можуть бути лише закономірності, встановлені за даними багаторічних рядів спостережень, отриманих на єдиній

методичній основі. На жаль, досліджувані об'єкти не входять в державні моніторингові мережі. Тому, на нашу думку, треба бути обережними з висновками у даному випадку.

Притік підземних вод до озера створює помітний вплив на особливості розподілу окремих фізико-хімічних показників у приповерхневій товщі водних мас: у західній і південно-західній частині водойми спостерігаютьсяпонижені температурні показники (інколи до +3,5°С), підвищені значення pH та мінералізації води (рис. 1).

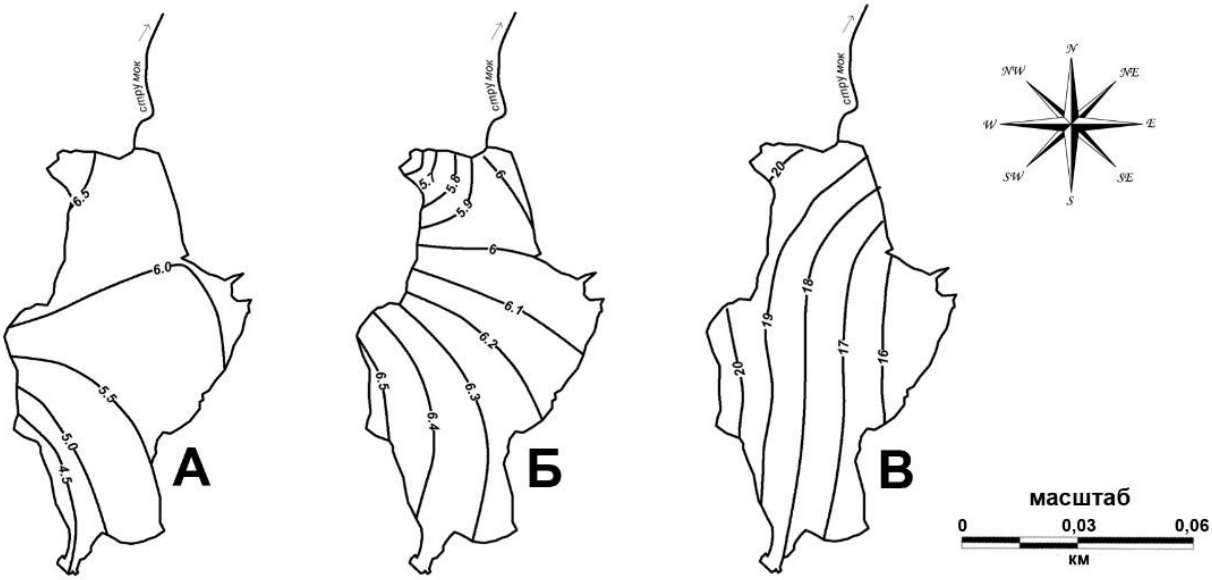

Рис. 1. **Розподіл показників у приповерхневій водній товщі по акваторії озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати):** *А) – температура води,°С; Б) значення pH; В) мінералізація води – мг/дм^3 (за даними гідрохімічної зйомки 19.10.2017 р.)*

Водневий показник (pH). Щодо аналізу водневого показника, то дані попередніх робітпоказали місце більш кислої реакції(низьких значень pH) у заростаючих озерах, до яких відноситься і Марічейка [9]. Результати проведених нами досліджень характеризують озерну воду як «слабко кисла»(pH = 5,5-6,0) і «нейтральна» (pH = 6,5); за осереднену величину нами прийнято pH = 6,0, виміряну у воді струмка, що витікає з озера.

Цілком імовірно, першочерговою причиною просторової мінливості величини pH є наявність у межах озерного водозбору добре розчинного кальциту (кальцитових домішок) [6], що надходить до водойми із поверхневим і підземним стоком і зменшує кислотність води (збільшуючи величину pH). Взаємозв'язок між величинами pH води і вмістом CaO, $CaCO_3$ див. у табл. 1.

Твердість води. З вмістом кальцію та кальцієвмісних сполук пов'язана й інша важлива гідрохімічна характеристика – твердість (або жорсткість) води (ТВ). Практичний аспект ТВ визначає його роль у вивченні деяких внутрішньоводойменних процесів, зокрема вже згаданого явища деградації водойми; результати досліджень Г.П. Міллера (1959-1961 рр.) [9] показали, що твердість води нижча у заростаючих озерах, у воді яких менше солей кальцію, а магнію взагалі не виявлено. За показником ТВ (0,20-0,54 мг-екв/дм^3) вода Марічейки характеризується як «м'яка». У літній період процеси заростання озера інтенсифікуються і жорсткість води є меншою, у осінній період процеси заростання уповільнюються і, відповідно, величина ТВ має дещо збільшені значення (див. табл. 1).

Біогенні речовини – сполуки азоту. Особливу увагу було звернуто на вивчення вмісту у воді окремих біогенних речовин, зокрема неорганічних сполук азоту: амонію – NH_4^+; нітритів – NO_2^-; нітратів – NO_3^-. За результатами хімічного аналізу проб, відібраних учервні 2017 р., у воді оз. Марічейка було виявлено нітрати (0,87 мг/дм^3) при фактичній відсутності амонійного азоту та нітритів. Було розглянуто три гіпотези можливого походження нітратів у воді оз. Марічейка.

Гіпотеза 1. Для визначення ймовірного джерела надходження NO_3^- виходили з аналізу особливостей його фізико-хімічних властивостей. З точки зору класичної гідрохімії [12] формування нітратів у природних умовах відбувається в основному у результаті двостадійної реакції нітрифікації амонійного азоту під впливом бактерій-нітрифікаторів (сімейство Bacteria Nitrosomonas) в NO_2^- з подальшим окисненням в нітратні іони під дією бактерій роду Nitrobacter Win. Оскільки NH_4^+ та NO_2^-, як зазначалось вище, у воді озера не було виявлено (концентрація нижче чутливості аналізу), тому розглянемо другий варіант генезису NO_3^- – екзогенне походження.

Гіпотеза 2. Як відомо, у живленні озера Марічейка беруть участь не лише водні джерела (підземні води), а й атмосферні опади (дощові і снігові талі води). Відповідно до кліматичного зонування території Карпатського НПП об'єкт дослідження розташований у нижній межі холодного кліматичного поясу, де середня температура найтеплішого місяця становить менше +10°С, а опадів випадає понад 1500 мм/рік [4].

В гірській зоні Карпат атмосферні опади утворюються в окиснювальних умовах (pH = 5,2). У загальному середньорічна концентрація головних іонів у атмосферних опадах Карпатської гірської країни характеризується значним вмістом нітратів (1,6 мг/дм^3) та амонійного азоту (1,41 мг/дм^3) [13].

Якщо розглянути окремо рідкі і тверді опади, то процес танення снігового покриву є досить тривалим, а в окремі роки на північних схилах Карпатських гір локальні сніжники можуть зберігатися до серпня місяця. Разом з тим, результати нещодавніх досліджень фахівців Львівського державного університету безпеки життєдіяльності [3] показали, що хімічний склад талих снігових вод Чорногори характеризується значним вмістом нітратів – 0,295 мг/дм^3 та амонійного азоту – 0,31 мг/дм^3.

Нами було відібрано проби снігу біля с. Шибене Верховинського району Івано-Франківської області (940 м н.р.м.), що знаходиться на відстані 3,7 км на південь від Марічейки (16.01.2018 р.). Після танення снігу, утворена вода була проаналізована. Виявилося, що концентрації NO_3^- та NH_4^+ у сніговій воді біля с. Шибене дещо відрізняються від отриманих у роботі [3] і становлять відповідно 4,7 мг/дм^3 та 0,2 мг/дм^3 (табл. 2).

Таблиця 2. **Середні значення деяких показників хімічного складу снігу у пробах, відібраних 16.01.2018 р. біля с. Шибене Верховинського району Івано-Франківської області (940 м н. р. м.)**

Місце відбору проб води	Лужність, мг-екв/дм^3	NH_4^+, мг/дм^3	NO_2^-, мг/дм^3	NO_3^-, мг/дм^3	SO_4^{2-}, мг/дм^3	Фосфати, мг/дм	pH	Твердість, мг-екв/ дм^3	CaO, мг/дм^3	$CaCO_3$, мг/дм^3	Мінераліза-ція, мг/дм^3
с. Шибене	<	0,2	-	4,7	-	-	6,9	-	-	-	12

За даними всесвітньої метеорологічної організації (WMO) червень 2017 р., який співпав з періодом проведення польових досліджень на оз. Марічейка, визнано найжаркішим місяцем в історії метеорологічних спостережень на Землі. Проте, це помітно не вплинуло на зміну гідрологічного режиму Марічейки. Так, при температурі повітря + 16°С було виявлено невеликі «острівки» снігу у південно-західній частині озера, що підтверджує важливу роль талих вод у живленні водойми та формуванні її хімічного складу.

Відсутність у воді NH_4^+ нівелює твердження про стовідсоткове надходження нітратів з талими водами. Тому було розглянуто третій варіант генезису NO_3^-.

Гіпотеза 3. Викликає інтерес вплив дощових опадів, як джерела надходження нітратів на водозбір озера і пов'язані із грозовою активністю території. Гірські хребти помітно активізують грозову діяльність, оскільки сприяють виникненню потужних висхідних потоків повітря і загостренню холодних фронтів. Якщо в передгір'ях Карпат і в Закарпатті число днів з грозою коливається в межах 35–40, то у гірських районах, до яких відноситься і озеро Марічейка – їх число збільшується до 45 [8].

Перевага нітратів (NO_3^-) серед неорганічних сполук азоту, ймовірно, обумовлена окисненням атмосферного азоту при електророзрядах в атмосфері та під впливом сонячної радіації; а відсутність нітритів (NO_2^-) пояснюється їх нестабільністю [12].

Ще у XIX сторіччі видатний німецький вчений Юстус фон Лібіх (1827) показав, що розчинені нітрати NO_3^- у дощовій воді виникають у результаті високотермічної реакції, яка відбувається під час грози з перетворення молекулярного азоту до NO та подальшим окисненням NO і утворенням азотної кислоти за наступними хімічними реакціями [15] :

$$\boldsymbol{NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2,}$$
$$\boldsymbol{NO_2 + OH \xrightarrow{M} HNO_3.}$$

Утворена таким чином нітратна кислота, що потрапляє з дощовими атмосферними опадами до озера Марічейка у водному середовищі практично повністю дисоціює на іони водню та нітратні іони :

$$\boldsymbol{HNO_3 \rightleftarrows H^+ + NO_3^-}$$

Як відомо, у водоймах основним споживачем NO_3^- є рослини [12]. Тому зміна концентрації нітратів залежить від особливостей біологічної активності в озері : у приповерхневій водній товщі Марічейки у вегетаційний період характерним є зменшення концентрацій нітратних іонів, а іноді й повне зникнення, що і спостерігалося у жовтні порівняно з початком літа 2017 р. (див. табл. 1).

Доповнюючи питання про роль кліматичного фактора у формуванні хімічного складу води Марічейки слід зазначити наступне. Завдяки розташуванню території досліджень у «котлі» і «закритості» району високими деревними (переважно смерековими і сосновими) насадженнями – вітрове перемішування водних товщ, що за даними [10] є характерним для низки інших озер Чорногори – тут фактично відсутнє і не відіграє значної ролі у формуванні якості води. Мулові донні відклади, товщина яких сягає подекуди 60 см, а разом з ними мінеральні та органічні хімічні речовин залягають на дні водойми. Тому з берега майже завжди і повсюдно проглядається дно, а прозорість води становить понад 20 см.

Висновки

1. Гірські озера Карпатського регіону завдяки особливостям свого генезису та географічного положення мають своєрідний хімічний склад води, близький до

складу атмосферних опадів. Дуже низьким (фактично відсутнім) є антропогенне навантаження на водні екосистеми, що дає змогу вважати ці водойми такими, що мають природний гідрологічний режим.

2. За типізацією, виконаною згідно Водної рамкової директиви Європейського Союзу, озеро Марічейка є дуже малим мілким озером середньогір'я Карпат на силікатних породах.

3. За хімічним складом вода Марічейки є дуже слабо мінералізованою (23-28 мг/дм^3), а переважаючим іоном є SO_4^{2-}, частка якого сягає близько 50% від суми усіх головних іонів. Така мінералізація води і визначальна роль сульфатів є характерною для хімічного складу атмосферних опадів Карпатського регіону, але вона й співмірна з даними, які раніше отримані для карових озер Чорногори.

4. Основною прибутковою частиною балансу хімічних речовин озера є притік підземних вод у вигляді струмків та, ймовірно, субмаринних розвантажень. Найбільш відчутний вплив здійснюють джерела, що підживлюють водойму із західної частини, які мають низькі температури (+3,2°С), підвищені значення pH та дуже низьку мінералізацію води (23 мг/дм^3).

5. На формування хімічного складу води озера Марічейка (масив Чорногора) впливають як зовнішні фактори, так і внутрішньоводойменні процеси.

6. Головним джерелом надходження до водойми деяких неорганічних сполук азоту є рідкі атмосферні опади і талі снігові води.

7. Мікрокліматичні умови запобігають активному вітровому перемішуванню водних товщ, що забезпечує значну прозорість води озера в усі пори року.

8. У часовому аспекті осінній період характеризується значним уповільненням внутрішньоводойменних процесів та явища заростання озера; у цей період дещо збільшується жорсткість води та величина pH.

Список літератури

1. *Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К.* Гідрохімія України: підручник. К.: Вища школа, 1995. 308 с. ***2.*** Екосистеми лентичних водойм Чорногори (Українські Карпати) / Т. Микітчак, О. Решетило, А. Костюк та ін. Львів: ЗУКЦ, 2014. 288 с. ***3.****Карабин В. В., Рак Ю.М.*Хімічний склад атмосферних опадів в околицях м. Борислава. Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища. 2016. Вип. 26. С. 41-49. ***4.*** Карпатский государственный природный парк: методические рекомендации для экскурсоводов, организаторов туризма, инструкторов природоохранной работы /*П.Р. Третяк, М.П. Кулешко, Я.П. Базилевич и др*. / под ред. *С.М. Стойко*. Львов – Ивано-Франковск : Львовская областная книжная типография, 1984. 112 с. ***5.*** Карта полезных ископаемых СССР.Серия: Карпатская.М-35-XXXI, L-35-I.M 1 : 200 000/ под. ред. *М.М. Жукова.*М.: ГУГК, 1964. 1 к. ***6.*** *Кобів Ю.Й.* Приджерельні оселища кальцефільних видів рослин у Чорногорі (Українські Карпати) як рідкісні осередки біорізноманіття. Наукові записки Державного природознавчого музею. 2007. Вип. 23. С.43-54. ***7.*** *Корчемлюк М. В., Кравчинський Р.Л., Савчук Б.Б.*Основні закономірності поширення карових озер на території Українських Карпат. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2017. №1 (15). С.81-89. ***8.*** *Логвинов К.Т., Раевский А.Н., Айзенберг М.М.* Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах.Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 200 с. ***9.*** *Міллер Г.П.* Льодовикові озера Чорногори. Вісник Львівського держ. університету ім. І. Франка. Серія географічна. 1964. С. 44-52. ***10.*** *Микітчак Т. І., Рожко І.М., Ленько О.В.* Фізико-географічна та гідрохімічна характеристики озер та озерець масиву Чорногора (Українські Карпати). Наук. праці УкрНДГМІ, 2010, Вип. 259. С. 231-244. ***11.*** *Николаєв А.М.* Гідрохімічні типи водозборів басейну річки Прут. Наук. вісник Чернівецького університету. Серія: Географія.2012. Вип. 696. С.22-25. ***12.*** *Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М*. Основи гідрохімії : підручник. К. : Ніка-Центр, 2012. 312 с. ***13.*** *Хільчевський В.К., Курило С.М.* Хімічний склад атмосферних опадів на території України та його антропогенна складова. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2016. Т.4(43). С. 63-74. ***14.*** Directive 2000/60/EC ofthe

European Parliamentand of the Councilof 23 October 2000 establishing a framework for Community actionin the field of water policy. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060. ***15.*** Rakov V.A., Uman M.A. Lightning: Physics and effects. Cambridge University Press, 2003. 687 p.

Referens

1. *Horiev L.M., Peleshenko V.I., Khilchevskyi V.K.* Hidrokhimiia Ukrainy: pidruchnyk. K.: Vyshcha shkola, 1995. 308 s. ***2.*** Ekosystemy lentychnykh vodoim Chornohory (Ukrainski Karpaty) / *T. Mykitchak, O. Reshetylo, A. Kostiuk* ta in. Lviv: ZUKTs, 2014. 288 s. ***3.*** *Karabyn V.V., Rak Yu. M.* Khimichnyi sklad atmosfernykh opadiv v okolytsiakh m. Boryslava. Zbirnyk naukovykh prats Instytutu heokhimii navkolyshnoho seredovyshcha. 2016. Vyp. 26. S. 41-49. ***4.*** Karpatskiy gosudarstvennyiy prirodnyiy park: metodicheskie rekomendatsii dlya ekskursovodov, organizatorov turizma, instruktorov prirodoohrannoy rabotyi / P.R. Tretyak, M.P. Kuleshko, Ya.P. Bazilevichi dr. / pod red. S.M. Stoyko. Lvov – Ivano-Frankovsk: Lvovskaya oblastnaya knizhnaya tipografiya, 1984. 112 s. ***5.*** Karta poleznyih iskopaemyih SSSR. Seriya: Karpatskaya. M-35-HHHI, L-35-I. M 1 : 200 000 / pod. red. M.M. Zhukova. M.: GUGK, 1964. 1 k.**6.** *Kobiv Yu.I.* Prydzherelni oselyshcha kaltsefilnykh vydiv roslyn u Chornohori (UkrainskiKarpaty) yak ridkisni oseredky bioriznomanittia. Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodoznavchoho muzeiu. 2007. Vyp. 23. S.43-54. ***7.****Korchemliuk M. V., Kravchynskyi R.L., Savchuk B.B*. Osnovni zakonomirnosti poshyrennia karovykh ozer naterytorii Ukrainskykh Karpat. Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia. 2017. №1 (15). S.81-89. ***8.****Logvinov K.T., Raevskiy A.N., Ayzenberg M.M.* Opasnyie gidrometeorologicheskie yavleniya v Ukrainskih Karpatah. L.: Gidrometeoizdat, 1973. 200 s. ***9.*** *Miller H.P.* Lodovykovi ozera Chornohory. Visnyk Lvivskoho derzh. Universytetu im. I. Franka. Seriia heohrafichna. 1964. S. 44-52. ***10.*** *Mykitchak T. I., Rozhko I.M., Lenko O.V.* Fizyko-heohrafichna ta hidrokhimichna kharakterystyky ozer ta ozerets massyvu Chornohora (Ukrainski Karpaty). Nauk. pratsi UkrNDHMI, 2010, Vyp. 259. S. 231-244. ***11.*** *Nykolaiev A.M.* Hidrokhimichni typy vodozboriv baseinu richky Prut. Nauk. visnyk Chernivetskoho universytetu. Seriia: Heohrafiia. 2012. Vyp. 696. S.22-25. ***12.*** *Khilchevskyi V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M.* Osnovy hidrokhimii: pidruchnyk. K.: Nika-Tsentr, 2012. 312 s. ***13.*** *Khilchevskyi V.K., Kurylo S.M.* Khimichnyi sklad atmosfernykh opadiv na terytorii Ukrainy ta yoho antropohenna skladova. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2016. T.4 (43). S. 63-74. ***14.*** Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Councilof 23 October 2000 establishing a framework for Communityaction in the field of waterpolicy. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060. ***15.*** Rakov V.A., Uman M.A. Lightning: Physics and effects. Cambridge University Press, 2003. 687 p.

Умови формування хімічного складу води гірського озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати)

Хільчевський В.К., Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Савчук Б.Б.

Публікація присвячена питанню регіональних гідрохімічних досліджень гірських озер Карпатського регіону. На основі експедиційних досліджень, проведених у 2017 р. на озері Марічейка (масив Чорногора),встановлено головні складові прибуткової частини водного та гідрохімічного балансу водойми; звернуто основну увагу на роль геолого-гідрогеологічного та кліматичного факторів у формуванні хімічного складу води; визначено особливості просторового розподілу окремих гідрохімічних показників у приповерхневій товщі води та часової динаміки концентрацій окремих компонентів.

Ключові слова :*карові (льодовикові) озера, Карпатський національний природний парк (КНПП), Чорногора, озеро Марічейка, хімічний склад води.*

Условия формирования химического состава воды горного озера Маричейка (массив Черногора, Украинские Карпаты)

Хильчевский В.К., Корчемлюк М.В., Кравчинский Р.Л., Савчук Б.Б.

Публикация посвящена вопросу региональных гидрохимических исследований горных озер Карпатского региона. На основе экспедиционных исследований, проведенных в 2017 г.на озере Маричейка (массив Черногора), установлено главные составляющие приходной части водного и гидрохимического баланса водоема; сделан акцент на роли геолого-гидрогеологического и климатического фактора в формировании химического состава воды; определены особенности

пространственного распределения отдельных гидрохимических показателей в приповерхностной толще воды и временной динамики концентраций отдельных компонентов.

Ключевые слова:*каровые (ледниковые) озера, Карпатский национальный природный парк (КНПП), Черногора, озеро Маричейка, химический состав воды*.

Conditions for the formation of the chemical composition mountain Lake Maricheika (Chernogorsky massif, Ukrainian Carpathians)

Khilchevskyi V.K, Korchemlyuk M.V., KravchinskiyR.L., Savchuk B.B.

The mountainous lakes of the Carpathian region, due to the peculiarities of their genesis and geographical location, have a unique chemical composition of the water. Very low (actually absent) degree of anthropogenic loading on aquatic ecosystems places these reservoirs among the objects of our country with natural hydrological regime.

In the formation of the chemical composition of water of Lake Maricheika involved both external factors andinland water processes.

According to the chemical composition, Maricheika's water is very low mineralized (23-28 mg/dm^3), and the predominant ion is SO_4^{2-}, which accounts for about 50% of the sum of all major ions. Such mineralization of water and the determining role of sulfates is characteristic of the chemical composition of precipitation in Ukraine.

The main profitable part of the balance of chemical substances of the lake is the influx of groundwater in the form of streams and, probably, submarine discharges. The most noticeable effect is made by sources feeding the reservoir from the western part, which have low temperatures (+3,2°C), increased pH and very low mineralization of water (23 mg/dm^3).

The main source of intake of some inorganic compounds of nitrogen in the reservoir is the presence of liquid atmospheric precipitation and snow thawing. Microclimatic conditions prevent the active wind mixing of water layers, which provides significant lake transparency in all seasons. In the time aspect, the autumn period is characterized by significant deceleration of inland water processes and the phenomenon of overgrown lakes; During this period the water hardness and pH value increase somewhat.

Key words: *kars (glacial) reservoirs, Carpathian National Nature Park (CNNP), Chornogora, Maricheyka Lake, chemical composition of water.*

Надійшла до редколегії 05.03.2018