

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ БОРЖАВА

Вовкунович М.О.

Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»
пл. Народна, 3, 88000, м. Ужгород
mykhailo.vovkunovych@uzhnu.edu.ua

Річка, як важливий компонент природної системи, визначає умови життєдіяльності населення та господарського освоєння її басейну. Тому гідроекологічний стан поверхневих вод є ключовим об'єктом наукових досліджень. У статті представлені морфометричні характеристики річки Боржава та її водозбору, а також аналіз її гідролого-гідрохімічного режиму. Для ілюстрації автор створив гіпсометричну карту басейну річки Боржава. Опрацьовано попередні наукові дослідження з даної тематики та фондові матеріали Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса і Закарпатського обласного центру з гідрометеорології. Вивчено багаторічні дані гідрологічного режиму річки.

На основі фондових матеріалів Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса, отриманих з двох пунктів моніторингу вод протягом 2008-2018 років, проаналізовано гідрохімічні показники якості вод річки Боржава за наступними групами: фізико-хімічні показники, органічні речовини, мінералізація води та головні іони, біогенні речовини, мікроелементи, специфічні забруднюючі речовини. Визначено гідроекологічний стан за методикою інтегрального екологічного індексу. Досліджено динаміку гідроекологічного стану вод річки Боржава впродовж 2008-2018 років на основі аналізу гідрохімічних показників, встановлено концентрацію і походження забруднюючих речовин у воді, а також обраховано загальний індекс забруднення вод та визначено клас якості води.

Проаналізовано вплив природних факторів на формування якості води річки Боржава, а також види та джерела антропогенного впливу. Особлива увага приділена вивченню впливу господарської діяльності на гідроекологічний стан річки Боржава та визначенню основних джерел забруднення річкових вод. Обґрунтовано актуальність дослідження обраної тематики та важливість його продовження. *Ключові слова:* річка Боржава, гідрохімічний показник, гідроекологічний стан, забруднення та якість вод.

Hydroecological state of the Borzhava River. Vovkunovich M.

A river, as an important component of the natural system, determines the conditions for the livelihoods of the population and the economic development of its basin. Therefore, the hydroecological state of surface waters is a key object of scientific research. The article presents the morphometric characteristics of the Borzhava River and its catchment area, as well as an analysis of its hydrological and hydrochemical regime. For illustration purposes, the author has created a gipsometric map of the Borzhava river basin. Previous scientific studies on this topic and the stock materials of the Tisza River Basin Water Resources Administration and the Transcarpathian Regional Center for Hydrometeorology were analyzed. Long-term data of the river's hydrological regime were studied.

Based on the stock materials of the Tisza River Basin Water Resources Administration obtained from two water monitoring sites during 2008-2018, the hydrochemical indicators of water quality of the Borzhava River were analyzed in the following groups: physicochemical indicators, organic matter, water mineralization and major ions, nutrients, trace elements, and specific pollutants. The hydroecological state was determined by the method of the integral ecological index. The dynamics of the hydroecological state of the Borzhava River waters during 2008-2018 was studied on the basis of the analysis of hydrochemical indicators, the concentration and origin of pollutants in the water was determined, and the general water pollution index was calculated and the water quality class was determined.

The influence of natural factors on the formation of water quality in the Borzhava River, as well as the types and sources of anthropogenic impact are analyzed. Particular attention is paid to the study of the impact of economic activity on the hydroecological state of the Borzhava River and the identification of the main sources of river water pollution. The relevance of the study of the chosen topic and the importance of its continuation are substantiated. *Key words:* Borzhava River, hydrochemical indicator, hydroecological state, pollution and water quality.

Постановка проблеми. Особливу увагу слід приділити гірським річкам, оскільки їхні поверхневі води майже не використовуються для водопостачання, але вони приймають господарсько-побутові та сільськогосподарські стічні води. Прибережні території в межах населених пунктів часто стають сміттєзвалищами. Це створює проблему збереження басейнів у їхньому природному стані. Вивчення гідрологічної та гідрохімічної специфіки малих вод-

них об'єктів є важливим, оскільки вони визначають характер та особливості режимів середніх і великих річок. Це дозволяє розробляти програми моніторингу та водокористування.

Однією з пріоритетних проблем сучасності є забруднення природних об'єктів. Антропогенний вплив призводить до того, що значна кількість різних речовин, включаючи важкі метали та радіонукліди, потрапляє у навколишнє середовище

далеко за межами основних джерел забруднення. Інтенсифікація міграційних процесів цих сполук у природних системах зумовлює необхідність контролю їхнього вмісту в об'єктах навколишнього середовища. Одними з найважливіших таких об'єктів є річки, які мають велику екологічну значимість. Забруднення річок призводить до істотних змін їхніх гідрохімічних характеристик та погіршення якості води, яка є вкрай необхідною для життя людини.

Актуальність дослідження. Однією з основних складових річкової системи Тиса в межах Закарпатської області є річка Боржава. Вона вирізняється унікальним поєднанням гірської, передгірної та рівнинної місцевості, що мають суттєво відмінні геолого-гідрологічні, геоморфологічні, гідро-кліматичні та інші характеристики. У басейні річки Боржава розташовані численні населені пункти, такі як Іршава, Приборжавське, Довге та інші, що спричиняє інтенсивне використання її водних ресурсів для побутових потреб і сільського господарства. Це призводить до загострення екологічних проблем через забруднення річки різними речовинами та загальне погіршення якості води.

Таким чином, дослідження гідроекологічного стану річки Боржава є вкрай актуальним. Воно потребує комплексної оцінки якості вод за гідрохімічними показниками за, принаймні, десятирічний період, щоб встановити загальні тенденції забруднення та вжити необхідних заходів для збереження її екологічного стану.

Об'єктом дослідження є масиви поверхневих вод річки Боржава. *Предметом* дослідження є особливості гідролого-гідрохімічного режиму та гідроекологічний стан річки Боржава. *Мета* дослідження полягає у визначенні якості води річки Боржава шляхом комплексного аналізу основних гідрохімічних показників та визначення інтегрального екологічного індексу. При цьому розглянуто також чинники впливу господарської діяльності на гідроекологічний стан річки.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Авторський доробок значно сприяє розвитку наукових знань у галузі гідроекології, зокрема через детальне вивчення хімічних, фізичних та біологічних параметрів річки Боржава за доступними даними впродовж 2008–2018 рр. Дослідження охоплює комплексну методичку оцінки якості води, базовану на аналізі багаторічних режимних спостережень, що дозволяє підвищити точність отриманих в результаті гідроекологічних досліджень результатів. Отримані результати мають практичне значення для органів управління водними ресурсами та екологічного контролю та можуть допомогти при розробці заходів щодо охорони водних ресурсів та зниження рівня забруднення масивів поверхневих річки Боржава.

Дослідження гідроекологічного стану вод річки Боржава підкреслює важливість контролю та регу-

лювання господарської діяльності в межах водозбірної території для забезпечення умов сталого використання водних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковцями ДВНЗ «Ужгородський національний університет» та Закарпатського угорського інституту ім. Ференца Ракоці II раніше було проаналізовано динаміку та мінливість окремих груп гідрохімічних показників [1, 2, 3–5], чинники антропогенного впливу на якість поверхневих вод у межах водозбору Боржави та часткова оцінка якості вод [6, 7, 8–11]. Аналіз гідрохімічних показників якості вод доповнено актуальними гідрологічними дослідженнями, зокрема опису часової однорідності характеристик водного стоку в басейні річки Боржава [12]. Попередні дослідження є частковими і не дають комплексного уявлення про гідроекологічний стан поверхневих вод річки Боржава.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Дослідження доповнює комплексний аналіз впливу антропогенної діяльності на якість масивів поверхневих вод річки Боржава шляхом визначення комплексного інтегрального індексу якості вод. Основна увага приділяється оцінці впливу господарської діяльності населених пунктів басейну річки, зокрема використанню водних ресурсів для потреб місцевого населення та сільського господарства. Стаття також детально аналізує динаміку гідрохімічних показників річки Боржава за період 2008–2018 років, включаючи мінералізацію, основні іони, кисневий режим, біогенні речовини, мікроелементи та специфічні забруднюючі речовини.

У роботі представлено підхід до комплексної оцінки якості води, що враховує не лише окремі показники, а й загальну тенденцію забруднення на основі інтегрального екологічного індексу. Дослідження розглядає як природні, так і антропогенні чинники, що впливають на формування якості води, що дозволяє краще зрозуміти джерела забруднення та їх вплив на гідроекологічний стан річки.

Крім того, стаття підкреслює необхідність довготривалого моніторингу та дослідження екологічного стану річки Боржава. Це необхідно для розробки ефективних програм моніторингу та водокористування, спрямованих на збереження та покращення якості водних ресурсів, забезпечуючи сталий розвиток та екологічну безпеку регіону.

Новизна. У дослідженні висвітлено комплексні результати оцінки якості масивів поверхневих вод річки Боржава з використанням методички визначення інтегрального гідрохімічного індексу на основі доступних фондових матеріалів та результатів моніторингу вод Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса за період 2008–2018 рр. Охоплення десятирічного періоду дозволяє робити первинні висновки про динаміку якості вод з врахуванням природних умов та антропогенних чинників впливу.

Матеріали та методи дослідження. На різних етапах дослідження екологічного стану річки Боржава було використано низку методів та підходів. Основою дослідження стала методика оцінки якості води за гідрохімічними показниками, що базується на даних режимних спостережень Басейнового управління водних ресурсів (БУВР) за період 2008–2018 рр. Для цього було проаналізовано такі гідрохімічні групи показників: мінералізація та головні іони, показники кисневого режиму, біогенні речовини, мікроелементи та специфічні забруднюючі речовини. Інтегральний екологічний індекс (I_E), за яким зроблено оцінку якості вод та визначено їх стан є комплексним показником, який включає в себе три блоки оцінки якості води. Перший блок (I_1) оцінює сольовий склад води, другий блок (I_2) враховує еколого-санітарні показники, а третій блок (I_3) охоплює показники специфічних речовин токсичної дії [13]. Для проведення екологічної оцінки кожен з цих блоків (I_1 , I_2 , I_3) визначається окремо, а потім здійснюється інтеграція для отримання загального індексу (I_E). Це дозволяє класифікувати водні об'єкти за категоріями та класами якості води залежно від отриманих значень індексу.

Методика дослідження передбачала проведення аналітичної, розрахункової, математичної та графічної обробки отриманих результатів.

Викладення основного матеріалу. *Гідрологічний режим.* Гідрографічна мережа річки Боржава складається з самої річки та 262 її притоків різної довжини та водності, охоплюючи загальну площу водозбору 1450 км². У гірській частині басейну, особливо

в межах колишніх Свалівського та північної частини Іршавського районів, водні потоки прокладають глибоковрізані долини із швидкістю течії води близько 1,0–1,2 м/с і вище [14, 15]. Басейн має витягнуту форму у північно-західному напрямку, що обумовлено орографічними особливостями території. Цей фактор визначає напрямок руху води, узгоджуючи звивистість водних потоків з профілем гірських хребтів.

У центральній частині басейну річки Боржава, що охоплює колишній Іршавський район, характер гідромережі має значно відмінний від інших у межах басейну профіль. Тут густина гідромережі перевищує 0,2–0,3 км/км² і складається з переважно повноводних прямолінійних притоків, що мають виражений південно-західний напрямок (праві притоки) та північно-східний напрямок (ліві притоки) [14, 15]. У цій зоні річка має меандруюче русло та накопичення значних алювіальних відкладів, що є результатом переходу від гірської місцевості з високим ерозійним потенціалом до рівнинної.

Центральна частина басейну річки Боржава є найширшою і займає площу понад 40 км. Найменша густина гідромережі і особливий характер характерні для нижньої частини басейну в межах Виноградівського та Берегівського районів. Тут спостерігається найнижча швидкість течії річки, що в середньому становить близько 0,6–0,7 м/с [14, 15]. Гідрографічна мережа річки Боржава проявляє значну неоднорідність, що обумовлена орографічними особливостями регіону та впливом кліматичних умов [14]. Річка та її притоки характеризуються змішаним типом жив-

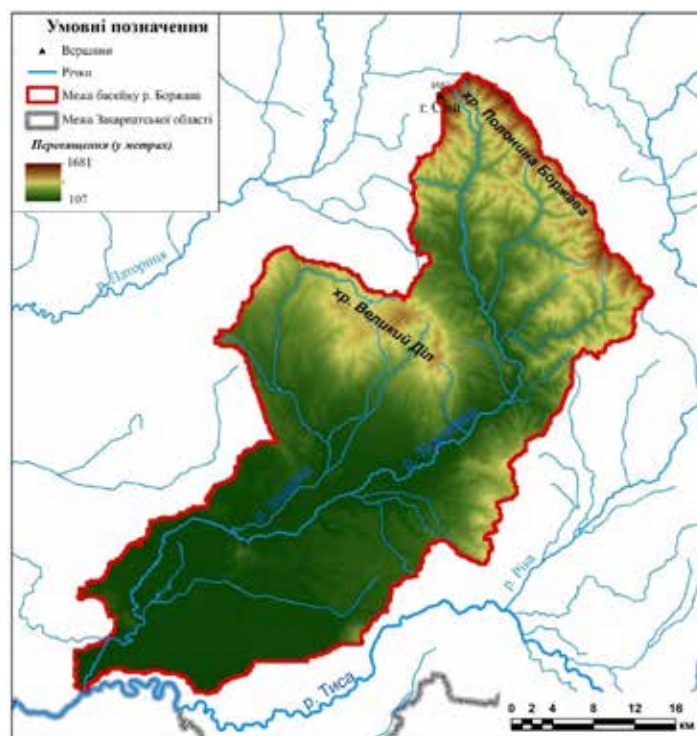


Рис. 1. Гіпсометрична карта басейну річки Боржава

лення, з переважанням дощового харчування [14]. Важливе значення для живлення річки мають також весняне танення снігів та підземні води [15].

Рівень води в річці Боржава змінюється в залежності від сезону, кількості опадів та обсягу води, яка надходить у водозабірний басейн. Літній період часто характеризується мінімальним рівнем води в руслі, тоді як найвищі рівні спостерігаються весною, коли відбуваються весняні повені [16]. Ці повені, часто викликані таненням снігів та весняними дощами, можуть призводити до значного підняття рівня води, що виходить за межі річкової долини та захисних дамб, затоплюючи прилеглі рівнинні ділянки, в основному використовувані для сільськогосподарських угідь.

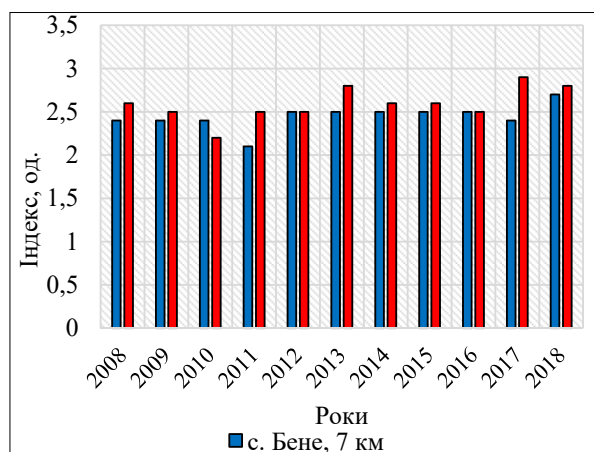
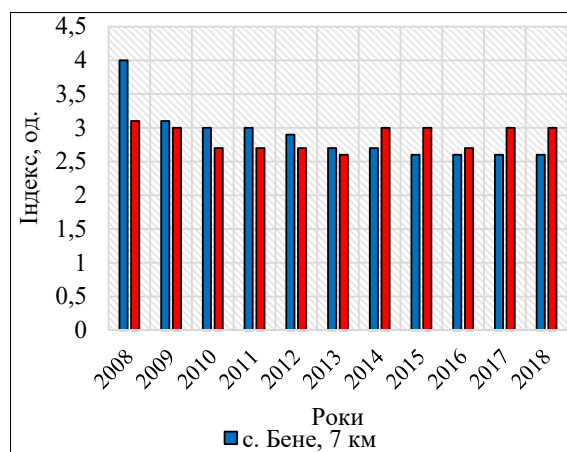
Згідно табличних даних рівень вод в річці Боржава коливався в діапазоні від 93 см до 394 см, в той час як витрати води змінювались від 0,6 м³/с до 249 м³/с. Зміни параметрів стоку річки Боржава за період 2008–2018 роки теж підтверджують мінливий характер гідрологічного режиму вод, що обумовлено природними умовами водозбірної території.

Гідроекологічний стан. Гідроекологічний стан масивів поверхневих вод річки Боржава визначено за інтегральним екологічним індексом. Як відомо він складається з блокових індексів, кожен з яких представляє результати оцінки якості вод за окремими групами гідрохімічних показників. Так, блоковий індекс сольового складу в результаті показує відмінний стан з індексом 1,0.

Таблиця 1

Параметри гідрологічного режиму вод р. Боржава

Рівні води у річці Боржава за період 2008–2018 роки (см)											
Рівні води	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Середній рівень води	139	133	144	123	125	128	114	116	127	131	117
Найвищий рівень	348	370	373	322	248	287	213	303	355	394	298
Найнижчий рівень	112	103	115	102	96	100	97	93	99	99	93
Витрати води у річці Боржава за період 2008–2018 роки (куб. м/с)											
Витрати води	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Середня витрата води	14,5	9,16	13,4	6,24	6,27	9,21	4,77	5,87	10,4	13,6	8,3
Найвища витрата води	194	220	223	167	77,1	118	50,2	138	202	249	138
Найнижча витрата води	2,9	2,22	4,62	2,26	1,6	1,6	1,22	1,2	0,6	0,93	0,89
Параметри стоку річки Боржава за період 2008–2018 роки											
Параметри стоку	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Об'єм стоку (W), млн. куб. м	458	289	423	197	198	290	150	185	329	429	262
Модуль стоку (M)	35,5	22,5	32,8	15,3	15,4	22,6	11,7	14,4	25,5	33,3	20,3
Шар стоку (H)	1223	708	1037	483	485	711	368	453	806	1051	642

Рис. 2. Динаміка індексу I_2 (еколого-санітарні показники)Рис. 3. Динаміка індексу I_3 (показники специфічних речовин токсичної дії)

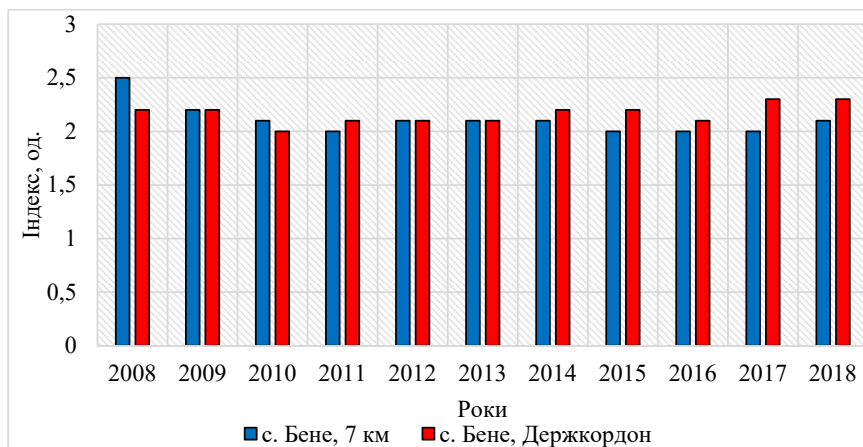


Рис. 4. Динаміка інтегрального екологічного індексу I_E

Дещо іншою є ситуація з результатами за еколого-санітарними показниками, згідно яких коливання індексу I_2 відбувається в межах 2,1–2,9, що відповідає вже другій та третій категорії якості вод (чисті та досить чисті води; добрий стан). Значно гіршою є ситуація з діапазоном значень індексу показників специфічних речовин токсичної дії I_3 . Значення індексу варіюються від 2,6 (чисті води; добрий стан) до 4 (слабко забруднені води; задовільний стан). Проте значна кількість гідрохімічних показників та середньоарифметичне визначення інтегрального індексу показує кінцеві результати в діапазоні 2–2,5, що відповідає доброму стану вод та категорії чисті води.

Головні висновки. Результати аналізу даних БУВР річки Тиса за період з 2002–2018 рр. з використанням інтегрального екологічного індексу (ІЕ) вказують на вплив високих концентрацій заліза загального ($Fe_{\text{заг}}$), марганцю (Mn), міді (Cu), та рідше АПАР і цинку (Zn) на якість вод Боржави. Зафіксовано зростання значень блокового індексу еколого-санітарних показників (I_2), обумовлене

збільшенням рівнів нітритів (NO_2^-), нітратів (NO_3^-) та БСК5. Значення блокового індексу показників сольового складу (I_1) стабільно залишається на рівні 1. Збільшення стоку води прямо впливає на підвищення концентрацій нітритів (NO_2^-), нітратів (NO_3^-), фосфатів (PO_4^{3-}) та заліза загального ($Fe_{\text{заг}}$), що в свою чергу призводить до зростання значень блокових індексів I_2 та I_3 . Особливо динамічним є блоковий індекс I_3 , що свідчить про значну варіабельність гідроекологічного стану поверхневих вод під впливом природних та антропогенних факторів в межах водозбору.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати дослідження можуть бути використані Департаментом екології та природних ресурсів Закарпатської області для впровадження мір екологічного контролю над підприємствами, що діють в межах водозбору річки Боржава, а також районними органами самоврядування та громадськістю для покращення та збереження гідроекологічного стану вод масивів поверхневих вод річки Боржава.

Література

1. Izsák T. The effect of human work on the environment in the delta of river Borzsa, the right-side branch of the Tisza. *Acta Beregsasiensis*. 2010. № 1. P. 233–240.
2. Глух О.С., Борисова Н.С. Динаміка зміни деяких гідрохімічних показників річки Боржави і каналу Верке. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2011. Вип. 2 (26). С. 101–104.
3. Роман Л.Ю., Чундак С.Ю. Моніторинг екологічного стану води малих річок Іршавського району Закарпаття. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2019. Вип. 2 (42). С. 105–111.
4. Симканич О. І., Сухарева О. Ю., Сухарев С. М. Розподіл важких металів і радіонуклідів у донних відкладах малих річок території Національного природного парку «Зачарований край» (Закарпаття) за їх течією. *Методи та об'єкти хімічного аналізу*. 2014. Вип. 9 (3). С. 145–152.
5. Сухарев С.М. Визначення деяких важких металів у донних відкладах річки Боржава методом атомно-абсорбційної спектроскопії. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2015. Вип. 1 (33). С. 45–49.
6. З Боржави виловили 80 метрів кубічних пластику та 15 тон скла / Газета «Закарпаття онлайн». URL: <https://zakarpattya.net.ua/News/111830-Z-Borzhavu-vylovyly-80-metriv-kubichnykh-plastyku-ta-15-ton-skla-FOTO> (дата звернення: 20.06.2024 р.).
7. Роман Л.Ю., Білинець Т.Б. Антропогенний вплив смт. Довге Іршавського району на якість води річки Боржава. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2014. № 2 (32). С. 78–83.
8. Трапезнікова Л.В., Монич І.І., Терембець Л.І., Тюпа М.О. Екологічний стан ґрунтових вод суббасейну р. Боржава. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2012. Вип. 2 (28). С. 94–98.
9. Трапезнікова Л.В., Монич І.І., Хрипта Ю.В. Екологічний стан поверхневих та ґрунтових вод басейну р. Іршава. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2013. № 1 (29). С. 87–93.

10. Трапезнікова Л.В., Дзихор Я.М., Ридей О.В. Комплексна оцінка якості води р. Боржава. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2010. Вип. 24. С. 190–196.
11. Чонка І.І., Палько В.В. Стан малих річок боржавського басейну на території виноградівського району. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2009. Вип. 21. С. 67–71.
12. Горбачова Л. О., Бібик В. В. Часова однорідність характеристик водного стоку в басейні річки Боржава. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2012. Вип. 262. С. 177-188.
13. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [Романенко В.Д., Жулинський В.М., Оксіюк О.П. та ін.]]. К.: СИМВОЛ-Т, 1999. 28 с.
14. Басейнове управління водних ресурсів річки Тиса. Офіційний сайт. URL: <https://buvrtyasa.gov.ua> (дата звернення: 20.06.2024 р.).
15. Водний фонд Закарпатської області (поверхневі води). Довідкове видання. Ужгород: Держводгосп України Закарпатський облводгосп, 2007. 35 с.
16. Закарпатський обласний центр з метеорології. URL: <http://www.gmc.uzhgorod.ua/metdata.php?StNo=33634> (дата звернення: 20.06.2024 р.).