

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-30-04>

УДК 502.51(282)(477.87):504.5

М. О. ВОВКУНОВИЧ

аспірант кафедри екології та охорони навколишнього середовища

e-mail: mykhailo.vovkunovych@uzhnu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-7273-0418>

Ужгородський національний університет

пл. Народна, 3, м. Ужгород, 88000, Україна

РЕТРОСПЕКТИВА ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ РІЧКИ БОРЖАВА (ЗАКАРПАТСЬКА ОБЛАСТЬ)

Річка Боржава є важливим елементом річкової мережі області та цінним природним ресурсом для місцевого населення Закарпатської області.

Мета. Аналіз опублікованих праць, що містять відомості про особливості екологічного стану басейну і забруднення вод річки Боржава.

Результати. Проаналізовано наукові праці, які присвячені результатам дослідження гідрохімічного та гідробіологічного аналізу якості поверхневих і підземних вод, а також визначення вмісту важких металів, пестицидів та інших забруднюючих речовин у ґрунтах, донних відкладах басейну р. Боржава з 2005 по 2020 рр. В умовах постійного антропогенного навантаження, екологічний стан басейну та рівень забруднення вод неодноразово потерпає негативних змін.

Висновки. Опрацювання літературних даних забезпечило структурування інформації та визначення рівня вивченості екологічного стану басейну р. Боржава.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: екологічна ситуація, забруднення, гідрохімічний режим, антропогенний вплив, річкова система, річка Боржава

Як цитувати: Вовкунович М. О. Ретроспектива досліджень екологічного стану басейну річки Боржава (Закарпатська область). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2024. Вип. 30. С. 49 – 62. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-30-04>

In cites: Vovkunovych, M. O. (2024). Research retrospective on the ecological state of Borzhava river basin (Transcarpathian region). *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (30), 49 – 62. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-30-04> (in Ukrainian)

Зростання антропогенного тиску та прояви глобальних змін клімату загострюють проблему збереження водних ресурсів, які потребують особливої уваги з точки зору екологічного вивчення. У структурі річкової мережі Закарпатської області особливе місце займає річка Боржава, яка бере свій початок на гірському масиві Полонина Боржава та охоплює центральну частину області, зокрема – Хустський та Берегівський райони [1]. Вона є основним водним ресурсом для місцевого населення та невід’ємною умовою функціонування і розвитку сільськогосподарства, рекреаційно-туристичної сфери та ін. На сьогодні води річки Боржава та її допливів інтенсивно використовують для водопостачання промислових і господарських об’єктів, зрощення сільськогоспо-

дарських угідь, потреб домогосподарств та ін. Це спричиняє забруднення вод агрохімікатами, важкими металами, побутовими відходами та загалом загострює проблему погіршення якості поверхневих і підземних вод. Також погіршення екологічного стану та поширення забруднюючих речовин у річковій системі негативно впливає на біологічне різноманіття, спричиняючи деградацію та порушення функціонування екосистеми [2, 3]. Тому в умовах прогресивного антропогенного тиску на сьогодні актуальним є вивчення екологічного стану басейну річкової системи, а також визначення рівня і особливостей забруднення вод річки Боржава.

Використання басейнового підходу до вивчення сучасного стану є ефективним інструментом для комплексного аналізу вод-

них ресурсів та екологічного стану й організації природного середовища. Він дозволяє якісно визначити екологічну ситуацію та провести системний аналіз взаємозв'язків між джерелами та рівнем забруднення на рівні всього водозбірному басейну та окремих його складових частин, що дозволяє встановити особливості міграційних процесів забруднень та проаналізувати екологічну стабільність території [4]. У вітчизняній науковій літературі особлива увага приділена моніторингу та екологічній оцінці якості вод різних річок України головно для визначення впливу господарської діяльності та поширення різних видів забруднення вод [5-12]. Для визначення екологічного стану річкових систем науковці застосовують гідрохімічний аналіз річкових вод для визначення концентрації та динаміки показників забруднень [13-18].

З метою комплексного аналізу екологічної ситуації в басейні р. Боржава необхідним є не тільки визначення джерел та рівня забруднень вод на основі їх гідрохімічного аналізу, але й ідентифікація осередків найбільшого антропогенного тиску та оцінка характеру забруднення найбільш лабільних елементів довкілля. На цьому шляху першочерговим завданням на сьогодні є аналіз опублікованих праць та матеріалів з метою систематизації наявної інформації про екологічний стан басейну та забруднення вод р. Боржава, який раніше не проводився.

Аналіз екологічної вивченості басейну та забруднення вод р. Боржава характеризується аналітично-описовим змістом та ґрунтується на систематизації опублікованих наукових праць і матеріалів. Для визначення вкладу дослідників у вивченні екологічної ситуації в басейні опрацьовано та порівняно основні результати їхнього дослідження, проаналізовано методичні особливості та місця відбору проб, висновки науковців щодо джерел забруднення елементів середовища та ін. Для комплексного охоплення всіх аспектів історії екологічного вивчення басейну р. Боржава систематизовано опубліковані праці, що свідчить про домінування двох основних векторів наукових досліджень: моніторинг якості річкових вод та фізико-хімічне вивчення забруднення елементів довкілля (з урахуванням антропогенних факторів); дослідження інтенсивності та аналіз територіального поширення гідроло-

гічних, лісопатологічних та інших небезпечних процесів у межах басейну. В основу аналізу лягли наукові праці першого, основного напрямку екологічного вивчення басейну р. Боржава.

Особливу увагу приділено аналізу опублікованих картографічних та статистичних матеріалів екологічного спрямування різних наукових праць. Вони сприяють формуванню просторового уявлення про рівень забруднення та якість вод, розміщення основних антропогенних об'єктів та галузей господарської діяльності з негативним екологічним навантаженням на геокомплекси басейну р. Боржава. Хронологічна послідовність в аналізі наукових праць щодо екологічного вивчення басейну та забруднення річкових вод дає змогу визначити специфіку дослідження та науковий доробок дослідників, а також систематизувати отриману актуальну інформацію про екологічну ситуацію в басейні р. Боржава в контексті сучасних господарських навантажень.

Аналіз опублікованих наукових праць та матеріалів, в яких міститься інформація про особливості екологічної ситуації на різних ділянках басейнової системи р. Боржава (рис.1) та забруднення окремих елементів довкілля, свідчить про значну зацікавленість територією з боку дослідників в галузі природничих наук (рис.2). Основна частина наукових досліджень стосується вивчення екологічного стану басейнової системи на основі використання лабораторних (експериментальних) фізико-хімічних методів визначення вмісту та концентрації забруднюючих речовин у воді, річкових наносах, ґрунтах та ін.

Результати перших ґрунтовних досліджень екологічного стану та відомості про вміст забруднюючих речовин (феруму та маргану) у воді різних ділянок р. Боржава представлені у науковій статті С. Галла-Бобик, Е. Осійського та С. Сухарева, що була опублікована у 2005 р. [19]. Основною метою їхнього дослідження був моніторинг якості вод у межах колишнього Берегівського району, у межах якого знаходилася нижня частина течії р. Боржава та канал Верке. За період з лютого по квітень 2005 року дослідниками було відібрано низку проб із річкових вод, колодязів та свердловин у межах басейну р. Боржава (в околицях сіл Верхні Ремети, Квасово, Бене та ін.) [19]. Аналіз проб за допомогою атомно-абсорбційного спектрометру дозволив визначити значне

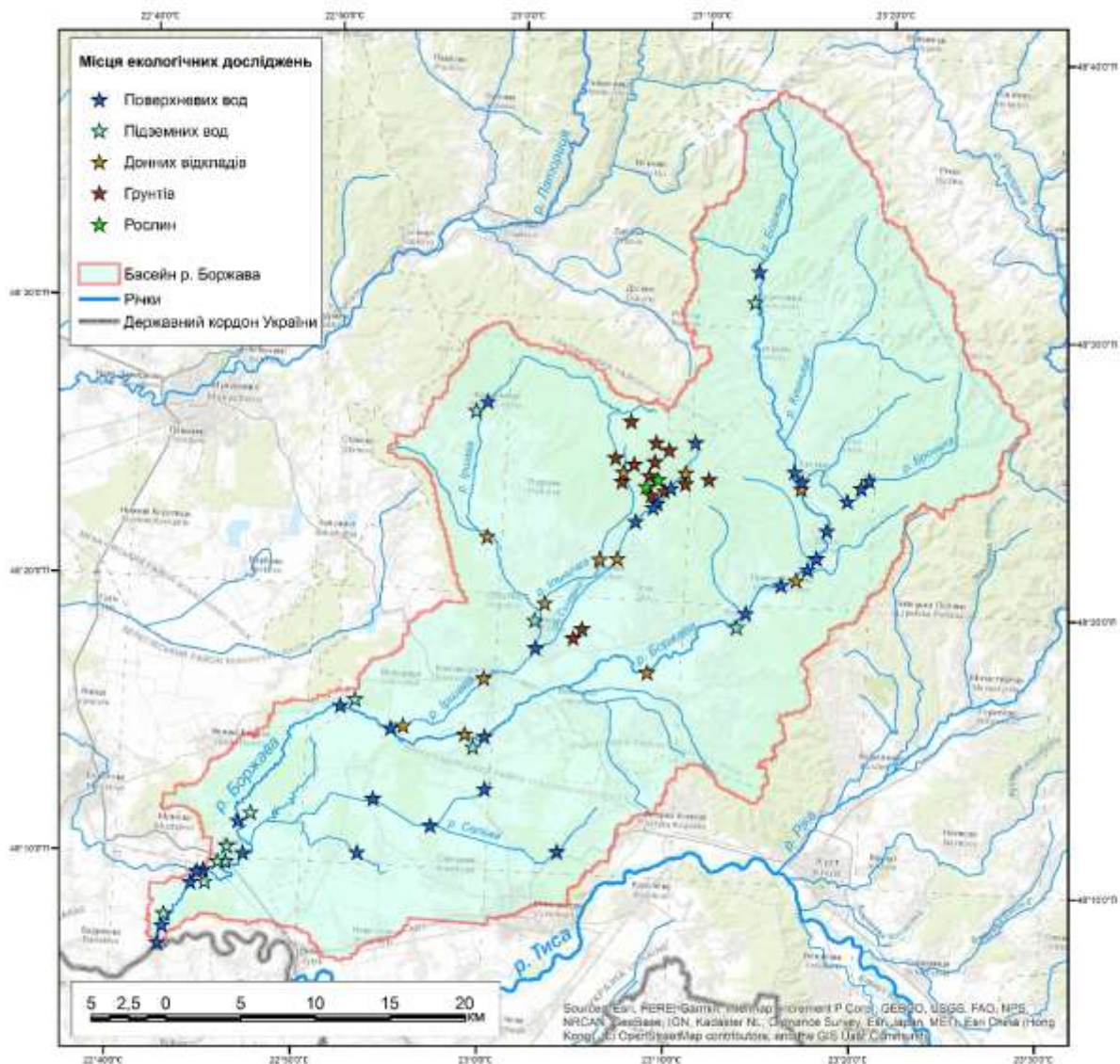


Рис. 1 – Місця екологічного дослідження басейну р. Боржава

Fig. 1 – Sites of ecological study of the Borzhava river basin

перевищення феруму (до 15 разів) головно у поверхневих водах, тоді як концентрація мангану у воді була у межах норми [19].

У 2009 році об'єктом екологічних досліджень стали річки Сальва, Бельва, Онок та Вербовець, що належать до гідрологічної мережі р. Боржава у межах Виноградівського району. З метою визначення антропогенного навантаження та рівня забруднення вод вище названих річок І. Чонка та В. Палько провели відбір проб води на 6 різних пунктах [20]. За допомогою фотометричних методів визначили вміст іонів амонію, нітрат-, нітрит-, фосфат- іонів, завислих су-

спендованих речовин, а також показники хімічного (ХСК) та біологічного споживання кисню (БСК) [20]. У результаті було визначено, що за гідрохімічними показниками річка Сельва характеризується помірним забрудненням, а серед досліджуваних її допливів найгірший екологічний стан притаманний для р. Бельва. Дослідження І. Чонка та В. Палько свідчать, що за показниками ХСК та БСК її води належать до категорії помірно забруднених вод оскільки містить значну кількість органічних речовин [20].

Також у 2009 році група дослідників О. Симканич та ін. за допомогою методів



Рис. 2 – Галузева структура експериментальних екологічних досліджень басейну р. Боржава
Fig. 2 – Branch structure of experimental ecological studies of the Borzhava river basin

гамма-спектроскопії провели наукові дослідження з метою визначення питомого вмісту гамма-активних нуклідів (ГАМ) природних рядів урану ^{238}U (^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{226}Ra), торію ^{232}Th (^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{228}Ac , ^{208}Tl), природного ^{40}K та техногенного ^{137}Cs у ґрунтах межиріччя р. Синявка та пот. Суха у межах Національного природного парку (НПП) «Зачарований край» [21]. Останній знаходиться у центральній частині басейну р. Боржава та репрезентує ландшафти лісистого середньогір'я. У результаті проведеного дослідження та аналізу ступеня забрудненості ґрунтів національного парку в жодній із семи ґрунтових проб дослідниками не виявлено надмірних забруднень радіонуклідами техногенного походження, включаючи верхній найуразливіший до накопичення забруднень шар ґрунту [21]. Найбільше поширеними радіонуклідами природного походження тут є ізотопи ^{40}K , які рівномірно пронизують ґрунтовий покрив [21].

Інша група дослідників у складі О. Парлаг, Н. Симканич та В. Маслоука провели якісні дослідження радіоекологічного моніторингу намулів в основному руслі р. Боржава та відібрали 4 зразки для низькофонової гамма-спектроскопії з метою визначення вмісту радіонуклідів [22]. За результатами

досліджень встановлено вміст низки гамма-активних нуклідів та обґрунтовано відсутність у пробах ^{212}Bi , що є генетичним до ^{212}Pb [22].

У 2010 році співробітники ДВНЗ «Ужгородський національний університет» О. Сухарева, С. Сухарев та В. Бабич за допомогою методу екстракційно-фотометричних вимірювань визначали наявність важких металів у водних об'єктах та ґрунтах на різних дослідних ділянках Закарпатської області [23]. У рамках виконання дослідження проби ґрунту також були відібрані на території НПП «Зачарований край» у межах басейну р. Боржава. Їх подальший лабораторний аналіз зафіксував незначний вміст металів та відсутність прямих антропогенних забруднень території [23].

Вперше комплексний аналіз та оцінка якості вод р. Боржава на всій її протяжності від витoku до гирла виконали Л. Трапезнікова, Я. Дзихор та О. Ридей у 2010 році [24] (табл.). Головною метою дослідження було визначення екологічного стану та придатності води для господарського використання [24]. Для цього вони відібрали проби води на чотирьох пунктах вниз за течією, починаючи вище с. Березники та закінчуючи неподалік с. Бене у гирловій частині р. Боржава

Таблиця

Характеристика екологічного стану вод та донних відкладів основного русла р. Боржава на основі експериментальних досліджень [24, 26, 35 та ін.]

Table

Characteristics of the ecological state of waters and bottom sediments of the main channel of the Borzhava River based on experimental studies [24, 26, 35, etc.]

Назва показника (за останні роки дослідження)	Одиниці вимірювання	Складові частини р. Боржава		
		Верхня частина течії (верхів'я від витоку до с. Луково)	Середня частина течії (ділянка між с. Луково та с. Верхні Ремети)	Нижня частина течії (ділянка від с. Верхні Ремети до гирла)
1	2	3	4	5
Гідрохімічний аналіз та якість поверхневих вод				
<i>Місця відбору проб (2010 р.)</i>		<i>с. Луково</i>	<i>с. Великі Ком'яти</i>	<i>с. Бене</i>
Свинець	мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005
Хром (загальний)	мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005
Цинк	мкг/дм ³	0,0002	0,0005	0,018
Мідь	мг/дм ³	<0,005	0,005	0,017
Кадмій	мг/дм ³	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Феноли	мг/дм ³	<0,001	<0,001	<0,001
Нафтопродукти	мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005
Хлорофіл А	мкг/дм ³	4,57	8,62	10,48
Сапробність	індекс	1,8	2	2,2
Марганець	мг/дм ³	0,005	0,016	0,034
Магній	мг-екв/дм ³	0,8	0,85	0,95
Кальцій	мг-екв/дм ³	1	1	1
Азот нітритний	мг/дм ³	0,002	0,004	0,013
Жорсткість	мг-екв/дм ³	1,8	1,85	1,95
Нікель	мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005
Хлорид-іони	мг/дм ³	1,628	2,34	1,7
Кисень розчинений	мг/дм ³	10,2	10,45	8,96
Водневий показник	pH	8,05	7,38	7,41
Сухий залишок	мг/дм ³	163	149	122
Завислі речовини	мг/дм ³	4	6	8
Окислюваність перманганатна	мгО ₂ /дм ³	2,78	3,1	3,58
Хімічне споживання кисню (ХСК)	мгО/дм ³	4,1	8,9	9,9
Біохімічне споживання кисню (БСК)	мгО ₂ /дм ³	2,68	2,97	2,26
Сульфати	мг/дм ³	7,41	9,67	4,12
Азот амонійний	мг/дм ³	0,039	0,241	0,053
Азот нітратний	мг/дм ³	1,04	1,27	1,15
Температура	°C	14,1	13,6	12,8
Фосфор фосфатів	мг/дм ³	0,004	0,007	0,007
СПАР	мг/дм ³	<0,01	0,01	0,011
Залізо	мг/дм ³	0,18	0,4	0,62
Якість вод за їх станом	Узагальнений екологічний індекс	1,4 (якість – відмінна / ступень забруднення – дуже чисті)	1,51 (якість – дуже добрі / ступень забруднення – чисті)	1,51 (якість – дуже добрі / ступень забруднення – чисті)
Гідрохімічний аналіз та якість ґрунтових вод				
<i>Місця відбору проб (2012 р.)</i>		<i>с. Луково</i>	<i>с. Великі Ком'яти</i>	<i>с. Бене</i>
Водневий показник	pH	6,7	7,2	7,8
Нітриди	мг/л	0,1	0,05	0,08
Нітрати	мг/л	7,8	8,4	9,0
Загальна лужність	мг-екв/л	4,2	5,2	5,8
Твердість загальна	мг-екв/л	5,3	7,4	8,2
Кальцій	мг/л	3,9	4,1	4,3
Магній	мг/л	1,4	3,3	3,9
Сухий залишок	мг/л	-	-	-

Продовження таблиці				
1	2	3	4	5
Сульфати	мг/л	59,7	66,2	69,7
Хлориди	мг/л	24,2	48,6	52,8
Залізо	мг/л	0,27	0,6	1,2
Манган	мг/л	0,3	0,5	0,9
Ступінь забруднення ґрунтових вод	Коефіцієнт Σ забруднення	6,41 (слабо забруднені)	11,12 (середньо забруднені)	17,45 (середньо забруднені)
Вміст металів у донних відкладах				
Місяця відбору проб (2014-2015 р.)		-	с. Білки	с. Приборжавське
Мідь	мг/кг	-	0,94±0,16	1,15±0,23
Цинк	мг/кг	-	2,69±0,48	3,59±0,75
Свинець	мг/кг	-	0,11±0,2	0,13±0,3
Кадмій	мг/кг	-	0,016±0,003	0,019±0,004

перед її впадінням у р. Тису. За результатами лабораторних гідрохімічних аналізів дослідники визначили параметри 31 показника – свинець, цинк, мідь, нафтопродукти, марганець, магній, водневий показник, завислі речовини, ХСК, БСК та ін. [24]. Їх аналіз свідчив про погіршення екологічного стану води р. Боржава вниз за течією від I класу у верхів'ї (відмінна за станом та дуже чиста за ступенем чистоти/забрудненості) до II класу у гирловій частині (добра за станом та чиста за ступенем чистоти/забрудненості) [24]. На основі отриманих даних Л. Трапезнікова, Я. Дзихор та О. Ридей визначили рівень забруднення компонентами сольового складу, речовинами з токсичною дією і реалізували санітарно-гігієнічну та рибогосподарську оцінку якості води. До основних результатів їхнього дослідження також належить визначений екологічний індекс (I_e) вод р. Боржава та обсяги перевищення норм показників трофо-сапробіологічний блоку – азоту нітратного, азоту нітритного, азоту амонію та ін. [24].

Гирлова частина р. Боржава та канал Верке розміщені у густозаселеній та найбільш господарсько освоєній центральній частині Закарпатської низовини, а тому неодноразово ставали об'єктами гідроекологічних досліджень. У 2011 році О. Глух та Н. Борисова оцінювали актуальний на той час екологічний стан основних водних об'єктів території колишнього Берегівського району в умовах їх інтенсивного використання у сільському господарстві та технічних потребах підприємств [25]. На основі моніторингових даних за період з 2006 по 2011 рр. дослідники порівняли основні гідрохімічні показники р. Боржава та каналу Верке, а також визначили притаманні основні тенденції змін концентрації забруднюючих речовин

[25]. Зокрема, для річки Боржава було зафіксовано чітке збільшення нітратів у воді, що стало результатом ведення сільського господарства та використання добрив [25].

Важливе значення для формування екологічного стану річкових систем відіграють підземні води, які функціонально пов'язані з річками та є одним із джерел їхнього живлення. Вперше системне гідрохімічне дослідження ґрунтових вод у басейні р. Боржава було реалізовано у 2012 році групою науковців ДВНЗ «Ужгородський національний університет» та Басейнового управління водних ресурсів (БУВР) р. Тиса під керівництвом Л. Трапезнікової [26]. Їхні гідрохімічні дослідження ґрунтувалися на відборі проб ґрунтових вод у колодязях сіл Березники, Луково, Великі Ком'яти та Бене, що дозволило оцінити основні показники якості та визначити загальний ступінь їхнього забруднення. У результаті визначено, що на ділянці сіл Березники та Луково ґрунтові води слабо забруднені, тоді як в межах сіл Великі Ком'яти та Бене – середньо забруднені із значним (у декілька разів) перевищенням норм вмісту феруму та мангану [26].

У період 2012-2013 рр. О. Симканич та С. Сухарева опублікували низку наукових праць, що присвячені вивченню особливостей міграції, акумуляції та просторового поширення важких металів у ґрунтах та рослинах на території НПП «Зачарований край» [27-29]. Вони містять важливі дані щодо процесів біоаккумуляції важких металів (Мідь (Cu), свинець (Pb), кадмій (Cd), цинк (Zn)) у домінуючих видах рослинних угруповань парку (мохи, папороть, бук) та їхній зв'язок із рівнем забруднення ґрунтів [27]. У 2012 році дослідники на прикладі НПП «Зачарований край» зафіксували особливості

максимальної акумуляції важких металів у мохах, із яких найбільший рівень забруднення характерний для цинку [27]. Логічним продовженням наукових досліджень О. Симканич та С. Сухарева стало вивчення вмісту важких металів та їх розподіл у товщі ґрунтового покриву території національного парку [28, 29]. Зважаючи на відносну інертність ґрунтів до міграції і розсіювання забруднень у вигляді важких металів та тривалу їх акумуляцію, визначення їх вмісту у зразках ґрунтів проводилося на основі відбору проб на трьох відмітках глибини ґрунтового профілю. У результаті дослідження найбільша концентрація важких металів для території парку була зафіксована у гумусовому та алювіальному горизонтах, що негативно впливає на фізико-хімічні властивості ґрунтів [29]. Також дослідники зробили висновок, що свинець (Pb), як один із найбільш рухомих металів у середовищі, зосереджений головню у верхньому шарі ґрунтового профілю та зумовлений антропогенних фактором – впливом вихлопних газів у минулому та атмосферним перенесенням забруднення з інших регіонів Карпат [29]. Пізніше отримані результати дослідження на території басейну р. Боржава та НПП «Зачарований край» були порівняні із даними щодо забруднення важкими металами й радіонуклідами ґрунтів інших природоохоронних об'єктів Закарпатської області [30].

Радіоекологічні та геохімічні дослідження поширення важких металів і радіонуклідів на території НПП «Зачарований край» були продовжені у 2014 році дещо ширшим колективом у складі О. Симканич, О. Сухаревої та С. Сухарева [31]. Основним завданням досліджень було визначення закономірностей розподілу, міграції та акумуляції важких металів (ртуті (Hg), міді (Cu), свинцю (Pb), кадмію (Cd) та цинку (Zn)) та гамма-активних нуклідів у донних відкладах середньої течії р. Боржава та її допливів – річки Синявка, Ільничка та Іршава [31]. Дослідження ґрунтувалося на щомісячних відборах проб донних відкладів на 11 ділянках. У результаті дослідниками зафіксовано, що серед важких металів найвищий валовий вміст у донних відкладах малих річок притаманний для Cu (0,82-1,16 мк/кг) та Zn (1,64-3,73 мг/кг) [31]. Також до основних результатів дослідження О. Симканич, О. Сухаревої та

С. Сухарева належать карти розподілу суми важких металів та сумарної питомої активності гамма-активних нуклідів водозборів малих річок центральної частини басейну р. Боржава [31]. Це дало змогу визначити осередок найбільшої акумуляції важких металів в долині р. Боржава на ділянці зменшення швидкості течії та інтенсивних алювіально-акумулятивних процесів в районі с. Довге. Також було зафіксовано фонову питому активність природних гамма-активних радіонуклідів (без урахування ^{40}K) у донних відкладах, яка коливалася у межах 126-184 Бк/кг [31].

Найбільшою правою притокою р. Боржава є р. Іршава, яка бере початок на схилах г. Бужора у межах НПП «Зачарований край» [1]. У 2013 році Л. Трапезнікова, І. Монич та Ю. Хрипта дослідили екологічний стан поверхневих та підземних вод басейну р. Іршава на основі лабораторних гідрохімічних вимірювань проб із трьох ділянок (с. Івашковиця, м. Іршава та с. Бене) [32]. У результаті було визначено 23 показника якості води р. Іршава та 14 показників якості вод із колодязів на території вище згаданих населених пунктів [32]. Детальний гідрохімічний аналіз складу води та якісна систематизація отриманих даних дали змогу дослідникам вивести узагальнений екологічний індекс (I_e), який свідчить про поступове забруднення води вниз за течією [32]. В цьому напрямку також зростає коефіцієнт сумарного забруднення (K_2) ґрунтових вод від 4,8 у колодязях с. Івашковиця до 17,5 – с. Бене [32]. Таким чином, спостерігається кореляція екологічного стану поверхневих та підземних вод, при чому останні в гирловій частині р. Іршавка характеризуються найгіршим ступенем забруднення (середньо забруднені) [32].

Екологічний стан річкових системи є дуже вразливим до постійного антропогенного тиску головню з боку стаціонарних господарсько-промислових, транспортно-інфраструктурних та інших об'єктів. Найбільша концентрація різних джерел забруднення притаманна для населених пунктів, з якими пов'язане постійне екологічне навантаження та забруднення поверхневих і підземних вод. Так, у 2014 році Л. Роман та Т. Білинець опублікували статтю, що присвячена аналізу антропогенного впливу смт. Довге на якість води р. Боржава на основі проведених гідрохімічних та гідробіологічних вимі-

рювань [33]. Особливістю цього населеного пункту є наявність тут низки лікарсько-медичних закладів, в тому числі функціонуючого на той час протитуберкульозного відділення Іршавської районної лікарні без обладнаних належним чином очисних споруд та знезаражувального обладнання. Станом на 2014 рік сумарні обсяги скидів стічних вод з лікарсько-медичних закладів с. Довге становили близько 5 тис. дм^3 [33]. Тому з осені 2013 р. по весну 2014 р. Л. Роман та Т. Білинець виконали низку відборів проб. Їх гідрохімічний аналіз підтвердив незначний вплив медичних установ на якість води р. Боржава, який обмежився незначним перевищенням показника БСК₅, збільшення вмісту поліфосфатів та ін. [33]. Гідробіологічне вимірювання також не виявило у воді колифаг та патогенних ентеробактерій [33].

У 2015 році на основі середньорічних даних Державної екологічної інспекції у Закарпатській області В. Ніколайчук та ін. проаналізували концентрації забруднюючих речовин у водних об'єктах області та р. Боржава зокрема [34]. Це регіональне дослідження ґрунтувалося на аналізі даних функціонуючих створів моніторингу поверхневих вод області. Для басейну р. Боржава науковцями були використані репрезентативні дані створу в с. Бене, на основі якого було проаналізовано 19 показників забруднення води [34]. В цей час свої дослідження на визначення важких металів у донних відкладах р. Боржава методами атомно-абсорбційної спектроскопії проводив С. Сухарев [35]. З метою апробації нових хімічних модифікаторів для визначення важких металів у донних відкладах на прикладі вище названої річки було реалізовано експериментальні дослідження відібраних проб у її верхній, середній та нижній течії. У результаті було зафіксовано сезонні коливання вмісту важких металів у воді та збільшення їх концентрації від правого допливу р. Іршава в сторону головної течії р. Боржава (на ділянці с. Довге) [35]. Отримані результати корелюються із даними попередніх досліджень науковця у співавторстві з О. Симканич та О. Сухаревою [31].

В рамках дослідження стаціонарного рекреаційного навантаження на екологічний стан навколишнього середовища та функціонування зони рекреації НПП «Зачарований

край» С. Галла-Бобик дослідила вплив туристично-рекреаційних об'єктів на якість вод р. Синявка [36]. До основних туристично-рекреаційних об'єктів стаціонарної рекреаційної зони національного парку належить комплекси «Зачарована долина», «Смерековий камінь», «Теремок» та ін. Для проведення гідрохімічних досліджень С. Галла-Бобик реалізувала посезонний відбір проб води у р. Синявка вище та нижче від місця скидання стічних вод. У результаті було зафіксовано незначне підвищення вмісту фосфатів та аніоноактивних поверхнево-активних речовин [36]. Також аргументовано суттєве перевищення (у 1,6-2,6 разів) допустимих норм показника біохімічного споживання кисню (БСК₅), що, на думку дослідниці, пов'язано із скиданням неочищених стічних вод та перевищення рекреаційної місткості відповідної зони парку [36].

Небезпечними об'єктами для екологічного стану навколишнього середовища та сильним джерелом забруднення ґрунтів, повітря, поверхневих і підземних вод та інших природних компонентів є сміттєзвалища. На території басейну р. Боржава знаходиться низка сміттєзвалищ різних розмірів, які є осередками підвищеної санітарно-епідеміологічної небезпеки із сприятливими умовами для поширення паразитичної фауни, інфекційних захворювання та патогенної мікрофлори. У 2018 році С. Делеган-Кокайко та ін. провели актуальні дослідження з метою оцінки впливу експлуатації сміттєзвалища в с. Дубрівка на навколишнє середовища та визначення рівня забруднення ґрунтів в зоні його впливу [37]. На основі посезонних відборів проб ґрунтів на 4 різних точках сміттєзвалища та прилеглих територій у період 2015-2016 рр. з подальших їх аналізом за допомогою методу електротермічної атомно-абсорбційної спектроскопії було визначено вміст важких металів (Cd, Pb, Zn, Cu), нітрит-іони, нітрат-іони, та рухомих форм фосфору [37]. У результаті досліджень С. Делеган-Кокайко та ін. у центральній частині сміттєзвалища зафіксовано найбільші перевищення гранично-допустимих норм елементів Cd, Pb та Zn із певними сезонними коливаннями, а також велику концентрацію нітратів [37]. У впливом погодних факторів ці забруднення мігрують вниз по схилу спричиняючи токсикацію ґрунтів [37].

Таким чином, результати моніторингового дослідження підтвердили негативний вплив сміттєзвалищ на екологічний стан доквілля та необхідність впровадження дієвих заходів щодо усунення потенційних небезпек поширення забруднення у ґрунти, поверхневі та підземні води басейну р. Боржава.

Гідрохімічне дослідження Л. Роман та С. Чундак впродовж 2017-2019 рр. присвячено вивченню екологічного стану вод річок Бронька та Синявка, що належать до басейну р. Боржава [38]. До основних результатів моніторингових експериментальних досліджень належать порівняльний аналіз низки показників гідрохімічного режиму річок Бронька і Синявка. Також науковцями об'явлено обсяги вмісту у річкових водах важких металів, амоній-, нітрат-, нітрит-, суль-

фат-, фосфат- та хлорид-іонів, тощо [38]. Для якісного аналізу екологічного стану річкових вод дослідниками посезонно були відібрані проби з 4 ділянок із кожної річки. Їх експериментальний аналіз дозволив визначити суттєве перевищення норм мангану (у 5 разів) та феруму загального (у 2-4 рази) [38].

Останній аналіз гідрохімічного складу вод річки Боржава проведений у 2020 році І. Суханом під керівництвом В. Лети з метою визначення його сезонної мінливості [39]. Їхнє дослідження ґрунтувалося на статистичній обробці та аналізі моніторингових даних БУВР р. Тиса, у результаті чого було визначено перевищення у воді мікроелементів та помітне сезонне коливання біогенних речовин у результаті впливу сільського господарства [39].

Висновки

Перші ґрунтовні екологічні дослідження поверхневих та підземних вод басейну р. Боржава розпочалися у 2005 році. Починаючи з 2009-2010 рр. активізувалися гідрохімічні моніторингові дослідження вод р. Боржава та її допливів, які згодом доповнилися вивченням поширення важких металів та інших забруднень у воді, донних відкладах та ґрунтах різних ділянок басейну. Найбільша кількість наукових праць, головним чином стосувалися вивчення рівня забруднення вод та басейну р. Боржава, опубліковані за період 2012-2016 рр. Також більшість реалізованих наукових досліджень опиралися на гідрохімічний та гідробіологічний аналіз якості вод, а методи спектроскопії та геохімічного моніторингу використані для визначення забруднень важкими металами, гамма-активних нуклідів та ін. Таким чином, на сьогодні в умовах прогресивного антропогенного навантаження необхідним є продовження галузевого моніторингу за якістю

поверхневих та підземних, а також екологічним станом басейну р. Боржава та окремих компонентів природного середовища. Також важливим є проведення комплексного (ландшафтного) вивчення екологічного стану басейну р. Боржава з метою визначення сучасних особливостей процесів функціонування геокомплексів та забезпечення екологічного балансу річкової системи.

Ретроспекція екологічного вивчення басейну та забруднення вод р. Боржава свідчить про актуальність проблеми збереження водних ресурсів та значної уваги наукової спільноти до антропогенних факторів забруднення річкових вод, ґрунтів та інших елементів доквілля. Систематизація опублікованих наукових праць та детальне опрацювання основних результатів досліджень сприяють формуванню загального розуміння вивченості річкового басейну, а також факторів та причин забруднення, локацій найбільшій концентрації забруднюючих речовин та ін

Конфлікт інтересів

Автор заявляє, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автор повністю дотримувався етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Басейнове управління водних ресурсів річки Тиса. Офіційний сайт. URL: <https://buvrtyisa.gov.ua> (дата звернення: 22.05.2024 р.).

2. Сніжко С. І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем : дис. ... д-ра геогр. наук : 11.00.07 / Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка, 2002. 416 с.
3. Вільдман І. Л. Наукові основи створення системи інтегральних біоценотичних методів контролю водних систем (на прикладі р. Інгулець) : дис. ... канд. тех. наук. : 21.06.01 / Київський національний університет будівництва та архітектури, 2015. 222 с.
4. Сухий П. О., Скрипник Я. П., Березка І. С. Оцінювання антропогенного впливу на басейнові системи. *Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Географія*. 2012. Вип. 612–613. С. 166–168. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchnu_2012_612-613_38
5. Коваленко С. А., Пономаренко Р. В., Крайнюк О. В., Северинов О. В. Екологічна оцінка якісного складу поверхневого водного об'єкту (на прикладі річки Псел). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2021. Вип. 25. С. 31–41. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-25-03>
6. Гололобова О. О., Дорогань, В. В. Екологічна оцінка якості поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. № 31 (31). С. 84–95. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2019-31-08>
7. Василенко Л. О., Жукова О. Г., Русінов Т. О. Оцінка якості води річки Случ за гідрохімічними показниками. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки*. 2016. Вип. 27. С. 24–29. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVVG_2017_27_5
8. Мельник Ю. Т., Царик Л. П., Кузик І. Р. Регламентация господарської діяльності на ставках та водосховищах в басейні річки Нічлава. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2022. № 38. С. 29–38. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-38-03>
9. Кузик І., Мельник Ю. Водокористування як чинник формування екологічної безпеки басейну річки Нічлава. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Сер. Географія*. 2023. Вип. 1 (54). С. 240–247. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.26>
10. Царик Л. П., Кузик І. Р., Янковська Л. В. Водні об'єкти міста Тернопіль: гідрографія, екологічний стан та водопостачання. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2022. № 37. С. 22–36. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-37-02>
11. Лобода Н. С., Яров Я. С., Куза А. М., Катинська, І. В. Комплексна оцінка антропогенних навантажень та наслідків їх впливу на екологічний стан водних об'єктів (на прикладі річки Грузька Кіровоградської області). *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. № 31. С. 103–121. DOI: <https://doi.org/10.31481/uhmj.31.2023.07>
12. Ухань О. О., Лузовицька Ю. А. Інтегральна оцінка якості води річок басейну р. Південний Буг та розрахунок їх самоочисної здатності. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2021. № 35. С. 48–57. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2021-35-05>
13. Бірюков О. В. Гідрохімічний аналіз динаміки змін якості поверхневих вод річки Оскіл. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2023. Вип. 29. С. 17–25. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-02>
14. Корбут М. Б., Мальований М. С., Давидова І. В., Скиба Г. В. Оцінювання звалищ твердих побутових відходів на гідрохімічний режим прилеглих територій (на прикладі полігону Житомирської територіальної громади). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2023. № 3, т. 23. С. 40–45. DOI: <https://doi.org/10.36930/40330306>
15. Зінченко І. В., Васенко О. Г., Бабіч О. В., Ангіна Л. С. Моніторинг самоочищення дельти Дунаю і річки Мерло за мікробіологічними показниками. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2023. № 39. С. 39–54. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-39-04>
16. Циганенко-Дзюбенко І. Ю., Кірейцева Г. В., Демчук Л. І., Скиба Г. В., Вовк В. М. Оцінка стану та фітоторемедіаційного потенціалу антропогенно трансформованих гідроекосистем Малинщини. *Екологічні науки*. 2023. № 5 (50). С. 81–87. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.12>
17. Лета В., Карабінюк М. Природні умови та антропогенні чинники формування гідроекологічного стану верхів'я басейну річки Тиса. *Екологічні проблеми Закарпаття* / за ред. Н. Кабляк, Л. Фельбаба-Клушина. Ужгород : РІК-У, 2023. С. 14–38. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/60609>
18. Сухарева О. Ю., Делеган-Кокайко С. В., Сухарев С. М. Екстракційно-атомно-абсорбційне визначення деяких важких металів у природних водах. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія*. 2016. Вип. 1 (35). С. 56–61. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuchem_2016_1_13
19. Галла-Бобик С. В., Осійський Е. Й., Сухарев С. М. Моніторинг вмісту феруму та мангану в поверхневих та підземних водах Берегівського району. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія*. 2005. Вип. 13–14. С. 160–166. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/17851>
20. Чонка І. І., Палько В. В. Стан малих річок Боржаського басейну на території Виноградівського району. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія*. 2009. Вип. 21. С. 67–71. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/7244>

21. Симканич О. І., Сухарев С. М., Маслюк В. Т., Стець М. В. Низькофононий гамма-спектрометричний моніторинг ґрунтів Національного природного парку «Зачарований край». *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2009. Вип. 21–22. С. 72–76. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/7245>
22. Парлаг О. О., Симканич Н. І., Маслюк В. Т. Методологія радіоекологічного моніторингу за донними відкладами рік Закарпаття. *Вісник Львівського університету. Серія: Фізика.* 2009. Вип. 44. С. 206–211. URL: https://physics.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/44_30.pdf
23. Сухарева О. Ю., Сухарев С. М., Бабич В. С. Екстракційно-фотометричне визначення деяких важких металів в об'єктах довкілля. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2010. Вип. 23–24. С. 32–39. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/7138>
24. Трапезнікова Л. В., Дзихор Я. М., Ридей О. В. Комплексна оцінка якості води р. Боржава. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2010. Вип. 24. С. 190–196. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/7236>
25. Глух О. С., Борисова Н. С. Динаміка зміни деяких гідрохімічних показників річки Боржави і каналу Верке. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2011. Вип. 2 (26). С. 101–104. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/12719>
26. Трапезнікова Л. В., Монич І. І., Терембець Л. І., Тюпа М. О. Екологічний стан ґрунтових вод суббасейну р. Боржава. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2012. Вип. 2 (28). С. 94–98. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/2401>
27. Симканич О. І., Сухарев С. М. Особливості міграції та акумуляції важких металів в системі ґрунт–рослина на прикладі заповідника «Зачарований край», Закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2012. Вип. 2 (28). С. 99–102. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/2402>
28. Симканич О. І., Сухарев С. М. Визначення вмісту важких металів у ґрунтах Національного природного парку «Зачарований край». *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи).* 2012. Вип. 3, т. 4. С. 338–341. URL: <http://ibhb.chnu.edu.ua/biosystem/t4-v3-2012>
29. Симканич О. І., Сухарев С. М. Розподіл важких металів по профілю ґрунтів Національного природного парку «Зачарований край». *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування.* 2013. № 1. С. 53–59. URL: <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/2479>
30. Симканич О. І., Сухарев С. М., Делеган-Кокайко С. В., Маслюк В. Т., Сватюк Н. І. Розподіл важких металів та радіонуклідів в об'єктах заповідних територій Закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Фізика.* 2015. Вип. 37. С. 139–145. DOI: <https://doi.org/10.24144/2415-8038.2015.37.139-145>
31. 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. DOI: <https://doi.org/10.17721/moca.2014.145-152>
32. Трапезнікова Л. В., Монич І. І., Хрипта Ю. В. Екологічний стан поверхневих та ґрунтових вод басейну р. Іршава. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2013. № 1 (29). С. 87–93. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/2984>
33. Роман Л. Ю., Білинець Т. Б. Антропогенний вплив смт. Довге Іршавського району на якість води річки Боржава. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2014. № 2 (32). С. 78–83. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/964>
34. Ніколайчук В. І., Вакерич М. М., Шпонтанк Ю. М., Карпюк М. К. Сучасний стан водних ресурсів Закарпаття. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Біологія, екологія.* 2015. Вип. 23 (2). С. 116–123. DOI: <https://doi.org/10.15421/011517>
35. Сухарев С. М. Визначення деяких важких металів у донних відкладах річки Боржава методом атомно-абсорбційної спектроскопії. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2015. Вип. 1 (33). С. 45–49. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/11140>
36. Галла-Бобик С. В. Рекреаційне навантаження на території Національного природного парку «Зачарований край». *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2016. № 2 (36). С. 73–76. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuchem_2016_2_21
37. Делеган-Кокайко С. В., Симканич О. І., Сухарев С. М., Глух О. С., Крч К. Л. Оцінка впливу сміттєзвалища села Дубрівка Іршавського району на екологічний стан ґрунтів прилеглих територій. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2018. № 2 (40). С. 91–96. DOI: <https://doi.org/10.24144/2414-0260.2018.2.91-96>
38. Роман Л. Ю., Чундак С. Ю. Моніторинг екологічного стану води малих річок Іршавського району Закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2019. Вип. 2 (42). С. 105–111. DOI: <https://doi.org/10.24144/2414-0260.2019.2.105-111>

39. Сухан І. Сезонна мінливість гідрохімічного складу вод річки Боржава (на матеріалах БУВР р. Тиса за 2018 р.). *Збірник наукових праць студентів географічного факультету*. 2020. № 1. С. 89–92. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/29484>

Стаття надійшла до редакції 08.04.2024 р.
Стаття рекомендована до друку 25.05.2024

M. O. VOVKUNOVYCH

PhD student of the Department of Ecology and Environmental Protection
e-mail: mykhailo.vovkunovych@uzhnu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-7273-0418>
Uzhhorod National University
Narodna Square, 3, Uzhhorod, 88000, Ukraine

RESEARCH RETROSPECTIVE ON THE ECOLOGICAL STATE OF BORZHAVA RIVER BASIN (TRANSCARPATHIAN REGION)

The Borzhava River is an important element of the region's river network and a valuable natural resource for the local population of the Zakarpattia region.

Purpose. Analysis of published works containing information on the peculiarities of the ecological state of the basin and water pollution of the Borzhava River.

The results. Scientific works devoted to the results of hydrochemical and hydrobiological analysis of the quality of surface and underground waters, as well as determination of the content of heavy metals, pesticides and other pollutants in soils and bottom sediments of the Borzhava River basin from 2005 to 2020, were analyzed. anthropogenic load, the ecological state of the basin and the level of water pollution repeatedly suffer negative changes.

Conclusions. The processing of literary data ensured the structuring of information and the determination of the level of study of the ecological state of the Borzhava River basin.

KEYWORDS: *ecological situation, pollution, hydrochemical regime, anthropogenic impact, river system, Borzhava River*

References

1. Tisza River Basin Water Resources Management. Official website. Retrieved from <https://buvrtysa.gov.ua> (in Ukrainian)
2. Snizhko, S. I. (2002). Theory and methods of analysis of regional hydrochemical systems. (Doctoral of Sciences' thesis). Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv. (in Ukrainian)
3. Vildman, I. L. (2015). Scientific basis for the creation of a system of integrated biocenotic methods for controlling water systems (on the example of the Ingulets River). (Candidate of Sciences' thesis). Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv. (in Ukrainian)
4. Suchij, P. O., Skrypnyk, Y.P., & Berezka, I. S. (2012). Assessment of anthropogenic impact on the basin system. *Scientific Herald of Chernivtsi University: Geography*, (615-613), 166-168. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchnu_2012_612-613_38 (in Ukrainian)
5. Kovalenko, S. A., Ponomarenko, R. V., Krainyuk, O. V., & Severynov, O. V. (2021). Environmental Assessment of Surface Water Body Quality (on the Example of the Psel River). *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series "Ecology"*, (25), 31-41. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-25-03> (in Ukrainian)
6. Gololobova, O. O., & Dorogan, V. V. (2019). Ecological Assessment of Quality of Surface Water of Small and Medium Rivers of Poltava Region. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (31), 84-95. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2019-31-08> (in Ukrainian)
7. Vasylenko, L. O., Zhukova, O. H., & Rusinov, T. O. (2016). Assessment of the water quality of the Sluch River by hydrochemical indicators. *Problems of Water supply, Sewerage and Hydraulics*, (27), 24-29. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVVG_2017_27_5 (in Ukrainian)
8. Melnik, Y. T., Tsaryk, L. P., & Kuzyk, I. R. (2022). Regulation of economic activities on ponds and reservoirs in the Nichlava river basin. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (38), 29-38. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-38-03> (in Ukrainian)

9. Kuzyk, I. R. & Melnik, Y. T. (2023). Water use as a factor in the formation of ecological safety of the Nichlava river basin. *Scientific Notes Ternopil National Volodymyr Hnatyuk Pedagogical University. Series: "Geography"*, 1(50), 240-247. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.26> (in Ukrainian)
10. Tsaryk, L. P., Kuzyk, I. R., & Yankovska, L. V. (2022). Water facilities of Ternopil: hydrography, ecological condition and water supply. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (37), 22-36. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-37-02> (in Ukrainian)
11. Loboda, N. S., Yarov, Y. S., Kuza, A. M., & Katynska, I. V. (2023). Comprehensive assessment of anthropogenic loads and consequences of their influence on the environmental state of water bodies (as exemplified by the Gruzka River, Kirovohrad Region). *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, (31), 103-121. <https://doi.org/10.31481/uhmj.31.2023.07> (in Ukrainian)
12. Ukhan, O. O., & Luzovitska, Y. A. (2021). Integrated Assessment of the Southern Bug River Basin Water Quality and Calculation of their Self-Cleaning Capacity. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (35), 48-57. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2021-35-05> (in Ukrainian)
13. Biryukov, O. V. (2023). Hydrochemical analysis of surface water quality dynamics in the Oskil river. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series "Ecology"*, (29), 17-25. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-02> (in Ukrainian)
14. Korbut, M. B., Malovanyy, M. S., Davydova, I. V., & Skyba, G. V. (2023). Assessment of the solid household waste landfills impact on the hydrochemical regime of the surrounding territories (on the example of the Zhytomyr territorial community landfill). *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(3), 40-45. <https://doi.org/10.36930/40330306> (in Ukrainian)
15. Zinchenko, I. V., Vasenko, O. H., Babich, E. V., & Anhina, L. S. (2023). Self-purification monitoring of the Danube delta and Merlo river aquatic water according to microbiological indicators. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (39), 39-54. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-39-04> (in Ukrainian)
16. Tsyhanenko-Dziubenko, I. Iu., Kireitseva, H. V., Demchuk, L. I., Skyba, G. V., & Vovk V. M. (2023). Evaluating the condition and phytoremediation potential of anthropogenically transformed hydroecosystems of the Malyn district. *Ecological Sciences*, 5(50), 81-87. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.12> (in Ukrainian)
17. Leta, V. V., & Karabiniuk, M. M. (2023). Natural Conditions and Anthropogenic Factors Affecting the Hydroecological State of the Upper Reaches of Tisza River Basin. In N. Kablak and L. Felbaba-Klushyna (Eds.), *Environmental Issues of Zakarpattia. Manual* (pp. 14-38). Uzhhorod, Ukrainian: RIK-U. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/60609> (in Ukrainian)
18. Sukhareva, O. Yu., Delegan-Kokajko, S. V., & Sukharev, S. M. (2016). Extraction-atomic-absorption determination of some heavy metals in natural waters. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, 1(35), 56-61. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuchem_2016_1_13 (in Ukrainian)
19. Halla-Bobik, S. V., Osijksij, E. J., & Suharev S. N. (2005). The monitoring of the concentration of iron and manganese compounds in surface and underground water of Berehiv Region. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, (13-14), 67-71. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/7244> (in Ukrainian)
20. Chonka, I. I., & Palko, V. V. (2009). Condition of the small rivers of river basin Borzhava (Vinogradovsky Area). *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, (21), 67-71. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/7244> (in Ukrainian)
21. Symkanych, O. I., Sukharev, S. N., Maslyuk, V. T., & Stets, M. W. (2009). Low-background gamma-spectrometric monitoring of grounds of the national natural park "Zacharovany Kray". *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, (21-22), 72-76. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/7245> (in Ukrainian)
22. Parlag, O., Symkanych, N., & Maslyuk, V. (2009). Methodology of radioecological monitoring by sedimentations of the Transcarpathian rivers. *Visnyk of the Lviv University. Series Physics*, (44), 206-211. Retrieved from https://physics.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/44_30.pdf (in Ukrainian)
23. Sukhareva, O. Yu., Sukharev, S. N., & Babych, V. S. (2010). The extraction-photometric determination of some heavy metals in object of invernmentals. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, (23-24), 32-39. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/7138> (in Ukrainian)
24. Trapeznikova, L. V., Dzyhor, Y. M., & Rydey, O. V. (2010). Complex estimation of water quality of Borzhava river. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, (24), 190-196. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/7236> (in Ukrainian)
25. Glukh, O. S., & Borisova, N. S. (2011). Changes dynamic of some hydrochemical parameters of the Borzhava river and Werke watercourse. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, 2(26), 101-104. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/12719> (in Ukrainian)

26. Trapeznikova, L. V., Monych, I. I., Terembets, L. I., & Tyupa, M. A. (2012). Ecological state of subsoil waters of the river Borzhava sub-basin. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, 2(28), 94-98. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/2401> (in Ukrainian)
27. Symkanych, O. I., & Sukharev, S. N. (2012). Features of migration and accumulation of heavy metals in system soil-plant on example of reserve the "Zacharovany Kray", Zakarpattia. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, 2(28), 99-102. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/2402> (in Ukrainian)
28. Symkanych, O. I., & Sukharev, S. N. (2012). Determination of heavy metal content in the soils of the "Zacharovany Kray" National Nature Park. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University. Biology (Biological systems)*, 3(4), 338-341. Retrieved from <http://ibhb.chnu.edu.ua/biosystem/t4-v3-2012> (in Ukrainian)
29. Symkanych, O. I., & Sukharev, S. N. (2013). Distribution of heavy metals in the soil profile of the "Zacharovany Kray" National Nature Park. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, (1), 53-59. Retrieved from <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/2479> (in Ukrainian)
30. Symkanych, O. I., Sukharev, S. N., Delegan-Kokayko, S. V., Maslyuk, V. T., & Svatyuk, N. I. (2015). The distribution of heavy metals and radionuclides in the objects of the protected areas of Transcarpathia. *Scientific Herald of Uzhhorod University. Series "Physics"*, (37), 139-145. <https://doi.org/10.24144/2415-8038.2015.37.139-145> (in Ukrainian)
31. Symkanych, O. I., Sukhareva, O. Yu., & Sukharev, S. N. (2014). Distribution of Heavy Metals and Radionuclides in the Bottom Sediments of the Small Rivers of National Natural Park "Zacharovany Kray" (Transcarpathia, Ukraine) Down Stream. *Methods Objects Chem. Anal.*, 9(3), 145-152. <https://doi.org/10.17721/moca.2014.145-152> (in Ukrainian)
32. Trapeznikova, L. V., Monych, I. I., & Hrypta, J. V. (2013). Ecological state of surface and subsoil waters of the river Irshava basin. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, 1(29), 87-93. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/2984> (in Ukrainian)
33. Roman L. Yu., & Bilynets T. B. (2014). Anthropogenic influences townships Dovhe Irshavske areas in river water quality Borzhava. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, 2(32), 78-83. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/964> (in Ukrainian)
34. Nikolaichuk, V. I., Vakerich, M. M., Shpontak, J. M., & Karpu'k M. K. (2015). The current state of water resources of Transcarpathia. *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.*, 23(2), 116-123. <https://doi.org/10.15421/011517> (in Ukrainian)
35. Sukharev, S. N. (2015). Determination of same heavy metals in the bottom sedimentations of the river Borzhava by electrothermal atomic absorption spectroscopy. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, 1(33), 45-49. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/11140> (in Ukrainian)
36. Halla-Bobik, S. V. (2016). Recreation pressure in the national park "Zacharovany Kray". *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, 2(36), 73-76. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuchem_2016_2_21 (in Ukrainian)
37. Delegan-Kokayko, S. V., Symkanich, O. I., Sukharev, S. M., Glukh, O. S., & Krch, K. L. (2018). Irshava district Dubrivka village landfill sites impact evaluation on ecological state of the surrounded territories. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, 2(4), 91-96. <https://doi.org/10.24144/2414-0260.2018.2.91-96> (in Ukrainian)
38. Roman, L. Yu., & Chundak, S. Yu. The monitoring of ecological state of small rivers water in the Irshava region, Zakarpattia. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series "Chemistry"*, 2(42), 105-111. <https://doi.org/10.24144/2414-0260.2019.2.105-111> (in Ukrainian)
39. Sukhan, I. (2020). Seasonal variability of the hydrochemical composition of the Borzhava River waters (based on the data of the Tisa River Basin Water Resources Management for 2018). *Collection of scientific works by students of the Faculty of Geography*, (1), 89-92. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/29484> (in Ukrainian)

The article was received by the editors 08.04.2024

The article is recommended for printing 25.05.2024