



В.В. ЛЕТА¹, М.М. МИКИТА², М.М. КАРАБІНЮК²

¹Мукачівський державний університет

м. Мукачево, Закарпатська обл., 89600, Україна

²ДВНЗ "Ужгородський національний університет"

м. Ужгород, Закарпатська обл., 88000, Україна

СЕЗОННА МІНЛИВІСТЬ ВМІСТУ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН У ВОДАХ ВЕРХІВ'Я БАСЕЙНУ РІЧКИ ТИСА (ЗА МАТЕРІАЛАМИ БАСЕЙНОВОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧКИ ТИСА, 2021-2022 РР.)

Реферат. У даній роботі досліджено просторово-часові відмінності параметрів гідрохімічного режиму масивів поверхневих вод верхів'я басейну річки Тиса в межах Рахівського та Тячівського районів Закарпатської області. Дослідження проводилося за даними моніторингу вод Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса впродовж 2021-2022 років. Проаналізовано внутрішньорічну динаміку показників якості поверхневих вод, зокрема біогенних речовин таких як азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний та фосфор ортофосфатів. На основі отриманих даних визначено ознаки гідрохімічного режиму та чинники, що впливають на зміни цих показників. Виявлені просторові та часові відмінності в концентраціях біогенних речовин дозволяють зробити висновки щодо стану водних масивів та їх змін протягом року, що є важливим для розробки заходів з охорони та управління водними ресурсами в досліджуваному регіоні.

Ключові слова: верхів'я р. Тиса, масив поверхневих вод, біогенні речовини, забруднення вод.

Вступ

Сучасні умови антропогенних змін у системах річкових басейнів і багатофакторний вплив господарської діяльності на природне середовище вимагають всебічного вивчення водно-екологічного стану масивів поверхневих вод, які є показником геоecологічного стану всієї басейнкової системи (Khilchevskiy, 2022). Тому при виборі об'єкта дослідження важливо враховувати не тільки природні фактори формування якості річкової води, але і вплив різних видів антропогенного навантаження, а також еталонні умови річкових басейнів (гірські річки або верхів'я охоронюваних територій). Такий підхід не тільки сприяє вивченню змін екологічного стану річкових вод в просторі і в часі, але і дає можливість вживати коригувальні заходи для оптимізації управління навколишнім середовищем у межах території досліджень.

Річка Тиса є головною водною артерією Закарпатської області та найбільшою лівою притокою Дунаю. Суббасейн Тиси належить до району річкового басейну Дунаю і включає понад 9,4 тисячі річок і струмків регіону. В Україні Тиса має значне екологічне та господарське значення, а також слугує державним кордоном між Україною, Румунією та Угорщиною. Верхів'я річки становить великий науковий інтерес для вивчення умов її формування та впливу на екологічний стан (Khilchevskiy, 2022). Аналіз гідрохімічних показників поверхневих вод, як частини загального екологічного стану, допоможе оцінити якість вод Тиси, яка витікає за межі країни і стає об'єктом уже міжнародного інтересу.

Матеріали

та методика дослідження

Метою даного дослідження є аналіз параметрів вмісту біогенних речовин у водах верхів'я басейну річки Тиса за 2021-2022 рр.

Для дослідження сезонної мінливості вмісту біогенних речовин у поверхневих водах у межах верхів'я басейну річки Тиса обрано 5 пунктів моніторингу:

- 1) р. Чорна Тиса, 42 км вище с. Чорна Тиса;
- 2) р. Чорна Тиса, 10 км, с. Кваси;
- 3) р. Тиса, 942 км, с. Ділове (Хмелів), кордон з Румунією;
- 4) р. Тиса, 912 км, смт Солотвино, кордон з Румунією;
- 5) р. Тиса, 882 км, м. Тячів.

У дослідженні використовувалися дані про хімічний склад води, отримані від Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса за період з 2021 по 2022 рр., щоб виділити найсвіжішу інформацію про гідрохімічний режим поверхневих вод у басейні верхньої Тиси.

Результати дослідження та їх обговорення

Територія дослідження охоплює весь Рахівський район та більшу частину Тячівського району Закарпатської області України (рис. 1). Складний гірський ре-

льеф регіону визначає наявність густої мережі річок, у тому числі Чорної Тиси, Білої Тиси, численних приток Тиси, Косівської, Шопурки, Апшиці, Тересви та Тячівського струмка (Лета, 2016, 2017; Хільчевський, 2017, Khilchevskiy, 2022; Карабінюк, Балог, 2021; Лета, Карабінюк, 2023). Площа району обстеження становить близько 3,4 тис. км², а протяжність ділянки обстеження річки Тиса (від Рахова до Тячева) становить 80 км, з яких близько 60 км припадає на державний кордон України та Румунії.

Чорна Тиса – одна з головних водних артерій Рахівського району. Оскільки весь басейн Чорної Тиси розташований у гірській місцевості, він починається зі Свидовецьких гір, а тому і режим, і структура річкової долини мають гірські особливості. Різниця між витоком і гирлом річки становить 800 м, і по всій течії річки присутні пороги, а швидкість течії досягає 1,5 м/с і 4,5 м/с під час проходження паводків. Річкова долина має V-подібну форму, ширина варіюється від 50 м до 300 м, а береги круті, місцями досягають висоти 10 м.

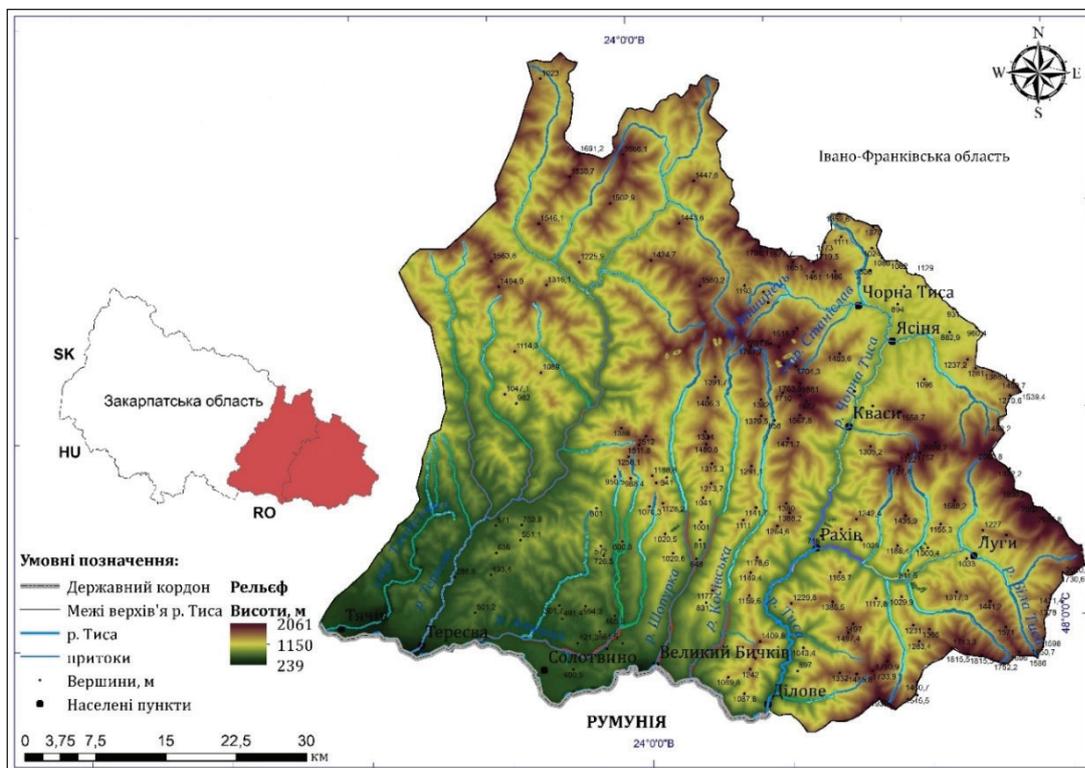


Рис. 1. Рельєф території дослідження (укладено автором)

Таблиця 1. Гідрографічні характеристики основних річок басейну р. Тиса

Назва річки	Куди впадає	Довжина річки, км		Площа водозбору, км ²	
		повна	в межах України	повна	в межах України
Тиса (разом з Чорною Тисою)	Дунай	966	265	157186	12777
Чорна Тиса	Тиса	50	50	567	567

Тиса – основний водотік у Рахівському районі, умовно розділений на дві ділянки через різні характеристики річкової долини та параметри водного режиму річки. Русло річки розвинене слабо, в деяких місцях воно мілководне, зустрічаються острови, береги висотою до 6 м, ширина самої річки досягає 40 м, а глибина значно збільшується нижче за течією: від 0,5 м у верхів'ях до 5 м на плесах. Варто також відзначити, що від села Ділове, недалеко від впадіння р. Вішеу починається кордон між Румунією і Україною і проходить саме по річці Тиса до м. Тячів.

Згідно з основними положеннями Водної Рамкової Директиви ЄС (ВРД, 2006) та Методикою визначення масивів поверхневих та підземних вод (Методика..., 2019), у межах верхів'я річки Тиса була створена нова мережа пунктів моніторингу якості вод (Leta, 2022). Територія дослідження входить до складу Екорегіону Карпат і включає наступні типи масивів поверхневих вод за площею водозбору: малі, середні та великі річки на силікатних породах, а за висотою

водозбору виділені масиви на височині, низькогір'ї та середньогір'ї (рис. 2).

Біогенні речовини – це група показників, до якої входять мінеральні сполуки азоту (амонійний йон NH_4^+ , нітриту NO_2^- , нітрату NO_3^-) та фосфору (фосфати PO_4^{3-}), що відіграють важливу роль у життєдіяльності водних організмів. Наявність цих речовин у воді в основному зумовлена процесами життєдіяльності самих організмів, розпадом їхніх решток, а також надходженням із поверхневого стоку сільськогосподарських угідь та стічними водами комунального сектору, а також приватних домогосподарств.

У поверхневих водах за нормальних умов вміст біогенних речовин незначний, а їхні коливання спричинені природними процесами і можуть мати сезонний характер. Коливання значень деяких показників біогенних речовин, зокрема азоту амонійного зумовлені господарською діяльністю в межах заплави, побутовими стічними водами та засміченням русла. Концентрації амонійних йонів у річкових водах зазвичай складають десяті або навіть соті частки мг/дм³.



Рис. 2. Річка Чорна Тиса вище с. Чорна Тиса (автор фото Лета В.В.)



Рис. 3. Річка Тиса в межах Великобичківської ТГ (автор фото Лета В.В.)

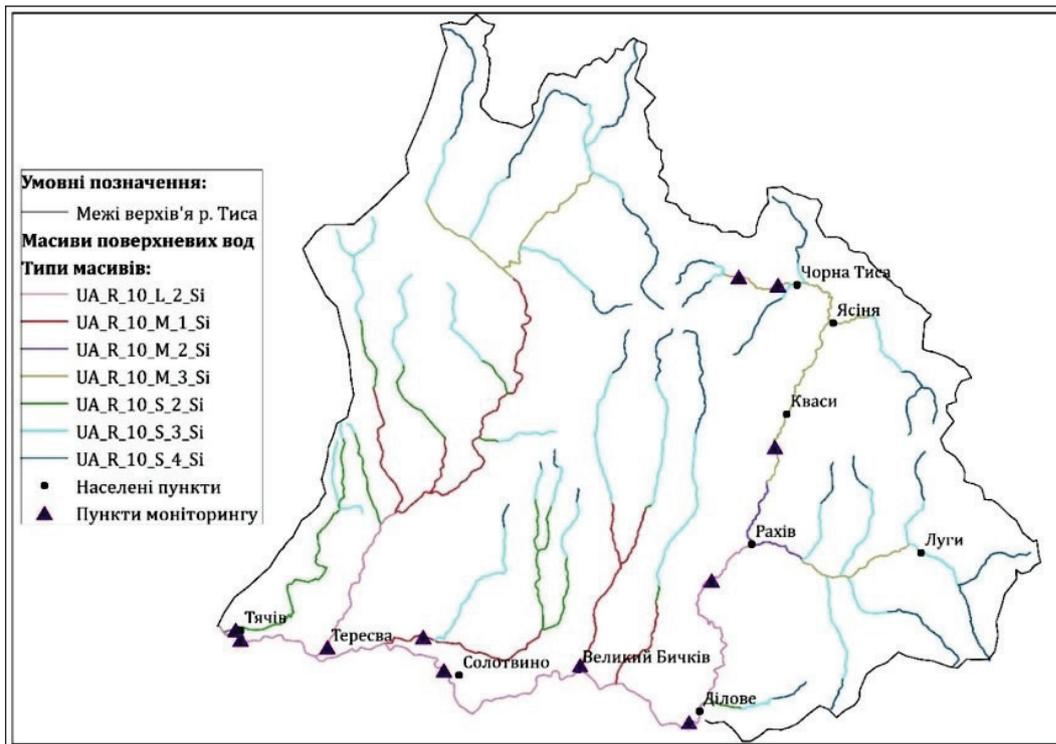


Рис. 4. Розподіл річок верхів'я басейну Тиси за типами масивів поверхневих вод (укладено автором)

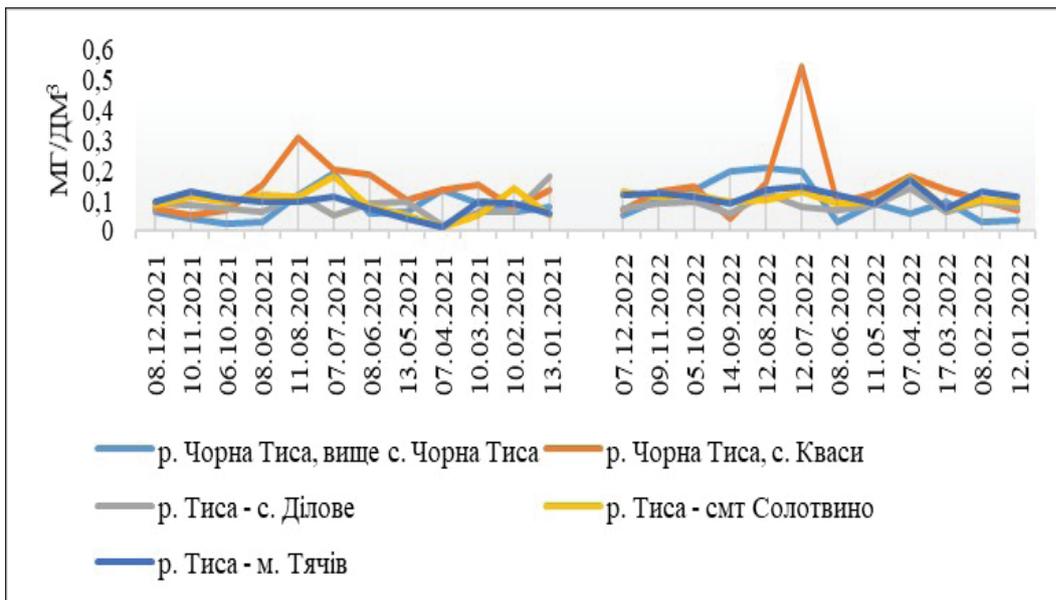


Рис. 5. Внутрішньорічний розподіл азоту амонійного в масивах поверхневих вод річок Чорна Тиса та Тиса, 2021-2022 рр.

Серед основних антропогенних чинників впливу на річкові води Чорної Тиси та Тиси в межах досліджуваної території можна виділити: фермерські господарства, гноєсховища та літні табори для тварин, господарсько-побутові стічні води. Також джерелами надходження амонію в поверх-

неві води річки Тиси та її приток можуть бути численні туристично-рекреаційні об'єкти та приватний сектор. Більшість цих об'єктів розташовані безпосередньо на берегах водотоків або поблизу них. Через відсутність очисних споруд, каналізаційної мережі чи септиків вони створюють ризик забруд-

нення поверхневих вод біогенами. Незадовільним є також стан, технологія очистки та потужності очисних споруд м. Рахів.

Нітрити (NO_2^-) у поверхневих водах річок присутні в розчиненій формі і виникають внаслідок окиснення амонію та подальшого утворення нітратів (NO_3^-) у процесі нітрифікації або відновлення з нітратів підземних вод. Значна кількість азотовмісних сполук може надходити з атмосферними опадами і поверхневим стоком. Сезонні коливання азоту нітритного у водах досліджуваних річок пов'язані з підвищенням інтенсивності розкладу органічної речовини навесні, коли збільшується водність річок і поверхневий стік. Концентрація нітритів зростає до кінця літньо-осіннього меження, в період найбільшої активності фітопланктону, після чого поступово зменшується вміст нітритів у водах річки Тиса та її приток.

Сезонні коливання концентрацій азоту нітратного у масивах поверхневих вод досліджуваних річок мають кілька характерних особливостей. По-перше, спостерігається зростання показників у весняно-літній період, коли активно проводяться роботи на сільськогосподарських угіддях. По-друге, відбувається незначне збільшення показників взимку під час меження, коли внаслідок

розкладання органічних речовин утворюються мінеральні форми азоту.

Фосфор ортофосфатів (P-PO_4^{3-}) є важливим показником продуктивності біологічних процесів у водотоках. Підвищення їх концентрацій сприяє росту водоростей, рослин і збільшенню кількості фіто – та зоопланктону, що, своєю чергою, призводить до збільшення кількості відмерлих органічних решток.

Загалом, концентрації фосфатів у водах Чорної Тиси (с. Кваси) та Тиси (сміт Солотвино) трохи вищі, порівняно з іншими масивами поверхневих вод, позаяк у названих населених пунктах є мережі готелів та санаторіїв, стічні води яких є джерелом забруднення поверхневих вод фосфатами.



Рис. 6. Очисні споруди КОС м. Рахів (автор фото Лета В.В.)

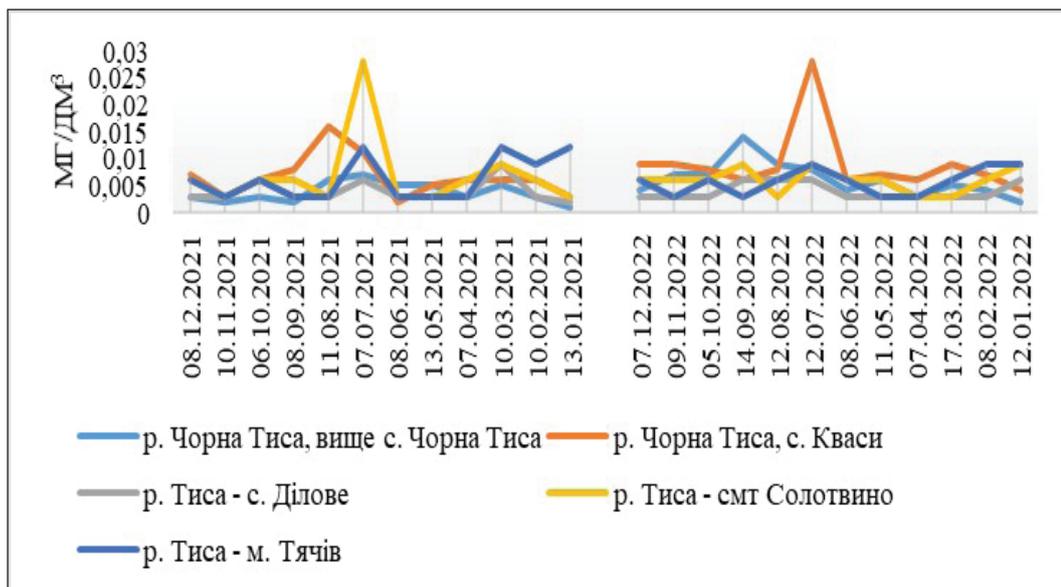


Рис. 7. Внутрішньорічний розподіл азоту нітритного в масивах поверхневих вод річок Чорна Тиса та Тиса, 2021-2022 рр.

Висновки

Впродовж досліджуваного періоду у масивах поверхневих вод річок Чорна Тиса і Тиса в межах Рахівського та Тячівського районів спостерігаються незначні внутрішньорічні коливання вмісту амонійного азоту, що пов'язано зі структурними змінами фермерських господарств і впливом господарсько-побутових стічних вод приватних домогосподарств.

Підвищення вмісту нітритного азоту можуть бути викликані природними процесами, такими як нітрифікація та відновлення з нітратів, або збільшенням водності у вес-

няний та літній періоди, що супроводжується поверхневим стоком органічних речовин із заплавних територій, що використовуються під рілля. Внутрішньорічні коливання показників нітратного азоту, які спостерігаються за цей період, можуть бути зумовлені стоком із сільгоспугідь та розкладанням органічної речовини.

Стабільно невисокі значення фосфору ортофосфатів не мають чітко вираженої сезонної мінливості й в основному залежать від поверхневого стоку із сільгоспугідь та господарсько-побутових стічних вод, з максимумом у весняний період та під час паводків.

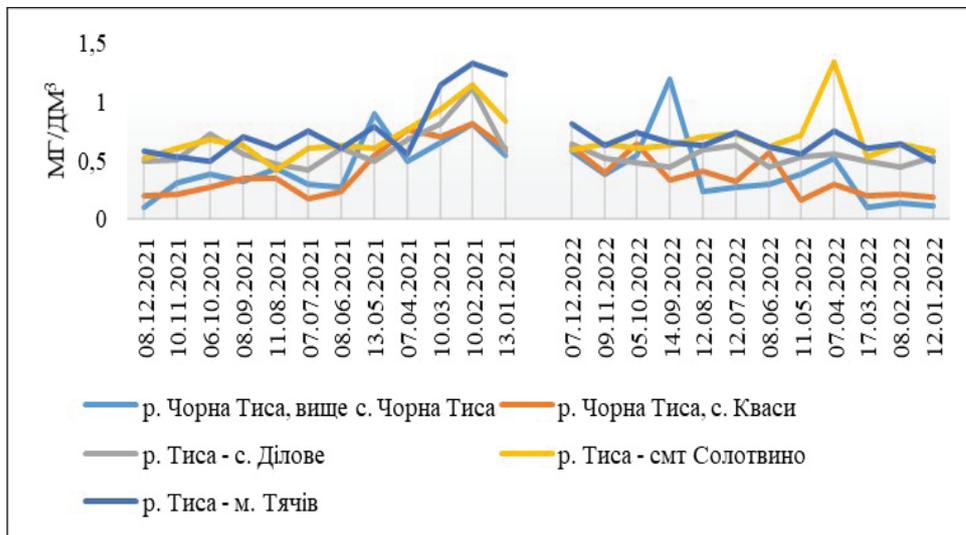


Рис. 8. Внутрішньорічний розподіл азоту нітратного в масивах поверхневих вод річок Чорна Тиса та Тиса, 2021-2022 рр.

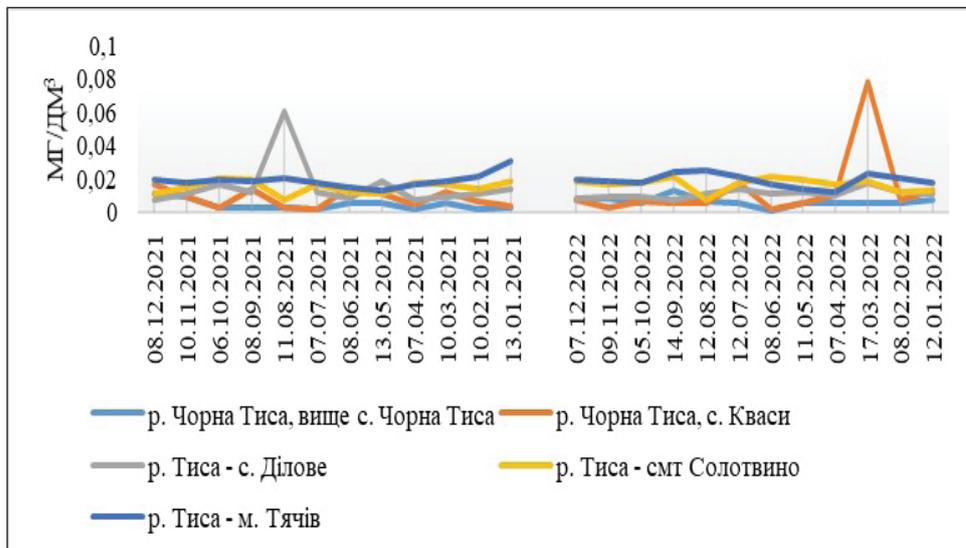


Рис. 9. Внутрішньорічний розподіл фосфору ортофосфатів у масивах поверхневих вод річок Чорна Тиса та Тиса, 2021-2022 рр.

Список посилань

- Басейнове управління водних ресурсів р. Тиса. [Електронний ресурс]. Режим доступу – <https://buvrtysa.gov.ua/>
- Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ, 2006. – 244 с.
- Карабінюк М.М., Балог Я.Ю. Динаміка річкового стоку річки Чорна Тиса // Матеріали науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Географічні аспекти просторової організації території, суспільства та збалансованого природокористування" (Україна, м. Ужгород, 1–3 грудня 2021 р.). Ужгород: ПП Данило С.І., 2021. – С. 30–34.
- Лета В.В. Гідроекологічний стан річки Шопурка Рахівського району Закарпатської області. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. – Т. 2. – С. 91–96.
- Лета В.В. Гідрохімічний стан річки Тиса на ділянці українсько-румунського кордону. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. – Т. 1. – С. 95–104.
- Лета В. Хімічний стан масивів поверхневих вод верхів'я басейну річки Тиса // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 140-річчю географії у Львівському університеті "Географічна освіта і наука: виклики і поступ" (Україна, м. Львів, 18–20 травня 2023 р.) / [ред. В. Біланюк, С. Іванов]. Львів: Простір-М, 2023. – Том 2. – С. 21–24.
- Лета В., Карабінюк М. Природні умови та антропогенні чинники формування гідроекологічного стану верхів'я басейну річки Тиса // Екологічні проблеми Закарпаття. Навчальний посібник / [за ред. Н. Кабляк, Л. Фельбаба-Клушина]. Ужгород : РІК-У, 2023. – С. 14–38.
- Методика визначення масивів поверхневих та підземних вод / Затверджено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 14.01.2019 року № 4. [Електронний ресурс]. Режим доступу – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19/sp:max15#Text>
- Методика віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод / Затверджено Наказом Міністерства екології та природи України від 14.01.2019 р. № 5. [Електронний ресурс]. Режим доступу – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0127-19#Text>
- Хільчевський В.К., Лета В.В. Комплексна оцінка якості води р. Чорна Тиса / В. К. Хільчевський, В.В. Лета // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. – Т. 3. – С. 50–56.
- Leta V.V., Kucher P.V., Karabiniuk M.M., Salyuk M.R., Kachailo M.M. The network of state surface water monitoring points in the upper reaches of the Tisza River: conditions, changes, innovations // 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, No. 2022, Vol. 2022, p. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580070>
- Khilchevskiy V.K., Leta V.V., Pylypovych O.V., Zabokrytska M.R. Formation of the chemical composition of water in the upper reaches of the transboundary Tisza River (Ukrainian Carpathians) // 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Vol. 2022, p. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580034>

SEASONAL VARIABILITY OF NUTRIENT CONTENT IN WATERS IN THE UPPER REACHES OF THE TISZA RIVER BASIN (BASED ON THE MATERIALS OF THE TISZA RIVER BASIN WATER RESOURCES MANAGEMENT, 2021-2022)

V.V. LETA, M.M. MYKYTA, M.M. KARABINIUK

Abstract. This paper investigates the spatial and temporal differences in the parameters of the hydrochemical regime of surface water massifs in the upper reaches of the Tisza River basin within the Rakhiv and Tyachiv districts of Zakarpattia region. The study was conducted based on water monitoring data from the Tisza River Basin Water Resources Administration during 2021-2022. The intra-annual dynamics of surface water quality indicators, in particular biogenic substances such as ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, and orthophosphate phosphorus, were analyzed. Based on the data obtained, the hydrochemical regime features and factors influencing changes in these indicators were determined. The identified spatial and temporal differences in the concentrations of nutrients allow us to draw conclusions about the state of water bodies and their changes during the year, which is important for the development of measures for the protection and management of water resources in the study region.

Keywords: upper Tisza River, tributary, nutrients, water pollution.