

Львівський національний університет імені Івана Франка
Міністерство освіти і науки України
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЛЕТА ВАСИЛЬ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 556.114 (477.87)(043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ
ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ СТАНИ БАСЕЙНУ ТИСИ В МЕЖАХ
РАХІВСЬКОГО РАЙОНУ

Спеціальність 11.00.11 – конструктивна географія
і раціональне використання природних ресурсів

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____/ Лета В. В.

Науковий керівник

Пилипович Ольга Василівна,
кандидат географічних наук, доцент

Луцьк – 2021

АНОТАЦІЯ

Лета В. В. Гідроекологічні стани басейну Тиси в межах Рахівського району. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю 11.00.11 – конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів – Львівський національний університет імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України – Волинський національний університет імені Лесі Українки Міністерства освіти і науки України, м. Луцьк, 2021.

Дослідження за темою дисертації виконували впродовж 2015–2018 рр. згідно з планами науково-дослідних робіт кафедри конструктивної географії і картографії географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка та кафедри фізичної географії та раціонального природокористування географічного факультету Ужгородського національного університету.

У дисертаційному дослідженні були використані матеріали спостережень Закарпатського обласного центру з гідрометеорології, Басейнового управління водних ресурсів р. Тиса та Державної екологічної інспекції у Закарпатській області, літературні джерела з досліджуваної тематики, емпіричні дані експедиційних досліджень, які здійснено здобувачем у період з 2015 по 2018 роки, дані гідрохімічних аналізів відібраних проб води, топографічні карти масштабу 1:25 000 та космічні знімки з використання Google Earth Pro. Для виконання графічної частини роботи здобувачем використано програмне забезпечення ArcGIS 10.4.1. та Microsoft Excel. Використано методи оцінки якості вод за гідрохімічним індексом забрудненості вод (ІЗВ), інтегральним екологічним індексом (І_Е), а також систему оцінки якості поверхневих вод за вимогами Міжнародної комісії із захисту річки Дунай (МКЗРД).

Гідроекологічна оцінка якості річкових вод є важливою складовою дослідження геосистем, водночас може виступати самостійним конструктивно-географічним дослідженням. Суть останнього полягає у комплексному аналізі природних та антропогенних чинників формування якості вод, як індикатора стану водної геосистеми.

Згідно наукових праць Хільчевського В. К., Ковальчука І. П., Боярин М. В., Караушева А. В. та ін., а також згідно положень Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС, гідроекологічні стани річкових вод розглядаємо, як співвідношення гідрологічних, гідрохімічних і фізичних параметрів режиму та якості вод у межах окремого створу, пункту чи ділянки річки за певний період (сезон, рік, багаторічний період).

У роботі проаналізовано вплив природних та антропогенних чинників на формування гідроекологічних станів вод річки Тиса та її допливів у межах Рахівського району Закарпатської області. Детально досліджено вплив геологічної будови басейну, водності, кількості атмосферних опадів, різних видів антропогенного навантаження на водневий показник рН, вміст розчиненого кисню, загальну мінералізацію, вміст окремих головних іонів, біогенних речовин, важких металів та специфічних забруднюючих речовин токсичної дії у водах річки Тиса та її притоках. Окремий акцент зроблено на аналіз сезонної мінливості вищезазначених показників.

Встановлено, що за середніми багаторічними значеннями рН води Тиси належать до категорії слаболужних. Коливання значень рН за даними основного пункту моніторингу вод р. Тиса (смт Великий Бичків) впродовж 1994–2018 рр. у межах 7,5–8,2 зумовлені, переважно, зміною водності.

Виявлено вплив водності на кисневі показники якості вод, зокрема вміст розчиненого кисню (O_2), перманганатну окислюваність (ПО), біохімічне ($БСК_5$) та хімічне споживання кисню (ХСК). Порушення гранично допустимих концентрацій зумовлені антропогенними чинниками: уповільненням течії, стічними водами комунальних підприємств м. Рахів та смт Кобилецька Поляна, господарсько-побутовими стічними водами, стічними водами об'єктів тваринництва, стихійними сміттєзвалищами на берегах річок, промисловими стічними водами.

За результатами аналізу багаторічних даних поверхневі води Тиси, згідно класифікації Хільчевського В. К., віднесено до помірно прісних, а за іонним складом – до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи. Середньорічні значення сухого залишку коливаються у межах 105–

190 мг/дм³ та зумовлені особливостями геологічної будови водозбірної території та зміною витрат вод упродовж року.

Зафіксований максимальний вміст нітратів (NO_3^-) у водах Тиси (сmt Великий Бичків) становив 13 мг/дм³, що значно менше за нормоване значення. Натомість, розраховані середні багаторічні (за період 1994–2018 рр.) значення вмісту нітритів (NO_2) у водах р. Тиса (сmt Великий Бичків) становлять 0,03 мг/дм³, а окремі перевищення нормованого значення зумовлені інтенсифікацією розкладу органічної речовини внаслідок потрапляння у річки комунальних та побутових стічних вод. Середньорічні значення вмісту фосфатів (PO_4^{3-}) у водах Тиси на ділянці м. Рахів–сmt Великий Бичків змінюються у межах від 0,03 мг/дм³ до 0,14 мг/дм³, що не перевищує ГДК_{рибгосп.}. Коливання вмісту амонію (NH_4^+) у водах Тиси відбуваються в межах від 0,02 мг/дм³ у пункті р. Тиса (м. Рахів) до 0,8 мг/дм³ у пунктах р. Тиса (с. Ділове) та р. Тиса (сmt Великий Бичків). Перевищення ГДК_{рибгосп.} у пунктах нижче м. Рахів спричинені скиданням недостатньо очищених комунальних стічних вод.

Проаналізовані дані багаторічних спостережень Басейнового управління водних ресурсів р. Тиса, Державної екологічної інспекції у Закарпатській області та результати гідрохімічних зйомок дозволили виявити високі концентрації важких металів міді (Cu), цинку (Zn) та хрому (Cr) у водах Тиси, Шопурки, Білої Тиси, Чорної Тиси, Косівської та Лазещини. У поверхневих водах Тиси та її притоках зафіксовано перевищення ГДК_{рибгосп.} міді (Cu) – у 2-6 разів, цинку (Zn) – до 2-ох разів та вміст хрому ($\text{Cr}_{\text{заг.}}$) на рівні 1 ГДК_{рибгосп.}. Це пов'язано, в основному, з проявами рудної мінералізації, а відтак природним забрудненням річкових вод Тиси важкими металами.

Зафіксовані високі концентрації заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$) дозволяють стверджувати про високий ступінь забруднення, відповідно, погіршення якості поверхневих вод Тиси та її приток. За 25-річний період моніторингу у пункті р. Тиса (сmt Великий Бичків) у 99,6 % відібраних проб спостерігаємо перевищення норм ГДК_{рибгосп.}, а 42 % проб перевищують норму ГДК_{госп.–пит.}. Високий вміст заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$) пов'язаний з особливостями геологічної будови, а також з використанням бальнеологічних ресурсів

Рахівського району, зокрема у с. Кваси. Підвищення концентрацій заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$) спостерігаємо впродовж весняного та осіннього періодів після збільшення водності рік, а вниз за течією р. Чорна Тиса також у літній період після потрапляння у річку стічних вод рекреаційних об'єктів та санаторіїв.

Аналізуючи хронологічні ряди середніх багаторічних концентрацій марганцю (Mn) у водах річок Рахівського району, у 93 % проб фіксуємо перевищення норм ГДК_{рибгосп.} у 7–8 разів, у 32 % – перевищення ГДК_{госп.-пит.}. Виявлено синхронність ходу концентрацій заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$) та марганцю (Mn) впродовж досліджуваного періоду. Визначено схожі риси сезонної мінливості концентрацій марганцю у водах Тиси, Чорної Тиси та Білої Тиси впродовж літнього та осіннього періодів.

Виявлено незначні сезонні зміни вмісту АПАР у водах р. Чорна Тиса (смт Ясіня), р. Шопурка (смт Великий Бичків) та р. Тиса (м. Рахів і смт Великий Бичків). Зростання вмісту АПАР у річкових водах зафіксовано у межах найбільших населених пунктів Рахівського району: селища Ясіня, Великий Бичків та місто Рахів. Так у пункті р. Тиса (смт Великий Бичків) зафіксований найбільший діапазон коливання середньорічних значень вмісту АПАР серед досліджуваних річок Рахівського району на рівні 0,002–0,04 мг/дм³.

Вміст нафтопродуктів у водах Тиси та її допливів у межах Рахівського району впродовж 2010–2018 рр. зафіксовано на рівні 0,01 мг/дм³ при нормі ГДК_{рибгосп.} < 0,05 мг/дм³.

Розрахований гідрохімічний індекс забрудненості вод (ІЗВ) р. Тиса у період з 2007 р. по 2018 р. згідно даних БУВР р. Тиса змінювався у діапазоні 0,34–0,87, що дозволяє віднести води р. Тиса до II-го класу якості вод (чиста вода). Відзначимо зростання значень ІЗВ у пункті р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС), що зумовлено впливом стічних вод комунального сектору. В результаті аналізу моніторингових даних та власних досліджень виявлено також сезонний характер зміни показника ІЗВ, зумовлений збільшенням вмісту нітритів, значень БСК₅ та ХСК у літньо-осінній період та відповідного зменшення концентрацій розчиненого кисню (O_2).

Розраховані інтегральні екологічні індекси (I_E) вод р. Тиса коливаються у межах 1,9–2,4, і не перевищують поріг II-го класу якості вод (добрий екологічний стан) з переважанням 2-ої категорії (чисті води) над 3-ою (досить чисті води). Встановлено, що впродовж 2007–2018 рр. у формуванні інтегрального показника якості вод (I_E) головну роль відіграє індекс показників специфічних речовин токсичної дії (I_3) та збільшується роль блокового індексу еколого–санітарних показників води (I_2). Значення індексу I_3 зумовлені, в основному, високим вмістом заліза загального ($Fe_{\text{заг.}}$), а індексу I_2 – вмістом біогенних речовин у річкових водах басейну Тиси.

У пунктах моніторингу р. Тиса (с. Ділове) впродовж 2008–2014 рр. та р. Тиса (сmt Великий Бичків) впродовж 2008–2018 рр. згідно вимог Міжнародної комісії із захисту річки Дунай нами зафіксовано 3-ій клас якості вод (умовно чиста вода). Задовільний екологічний стан вод р. Тиса визначено за найгіршими показниками вмісту міді (Cu) та цинку (Zn).

У системі державного гідроекологічного моніторингу якості вод басейну річки Тиса в межах Рахівського району було виявлено низку недоліків організаційного, науково-технічного, методичного та матеріального характеру, з метою усунення яких було напрацьовано низку заходів щодо вдосконалення системи спостережень, як теоретичного, так і прикладного характеру. Запропоновано розширити мережу пунктів гідроекологічного моніторингу у межах Рахівського району з наявних у 2018 році 6 до 14 пунктів, що дозволить більш об'єктивно відобразити інформацію про якісний стан поверхневих вод у басейні р. Тиса та допоможе швидко приймати рішення, щоб ліквідувати наслідки забруднень.

Описані у роботі заходи щодо оптимізації моніторингу якості вод та природокористування необхідно впроваджувати згідно принципів басейнового підходу, з використанням досвіду країн ЄС, новітніх ГІС-технологій та відкритого доступу до інформації про якість води у басейні р. Тиса для громадськості на онлайн-платформах.

Ключові слова: гідрохімічний режим, гідроекологічні стани, чинники впливу, витрата води, забруднення вод, клас якості вод, оптимізація природокористування.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Лета В. В. Гідроєкологічний стан річки Шопурка Рахівського району Закарпатської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроєкологія*. 2016. Т. 2. С. 91–96.
2. Хільчевський В. К., Лета В. В. Комплексна оцінка якості води р. Чорна Тиса. *Гідрологія, гідрохімія і гідроєкологія*. 2016. Т. 3. С. 50–56. *(Особистий внесок здобувача – проведено польові дослідження, проаналізовано гідрохімічні показники якості вод)*
3. Лета В. В. Гідрохімічний стан річки Тиса на ділянці українсько-румунського кордону. *Гідрологія, гідрохімія і гідроєкологія*. 2017. Т. 1. С. 95–104.
4. Хільчевський В. К., Лета В. В. Оцінка якості води річки Біла Тиса. *Гідрологія, гідрохімія і гідроєкологія*. 2017. Т. 4. С. 57–66. *(Особистий внесок здобувача – проведено польові дослідження, проаналізовано гідрохімічні показники якості вод)*
5. Лета В. В., Пилипович О. В. Аналіз сезонної мінливості гідрохімічного складу вод річки Косівська за період 2017–2018 рр. *Фізична географія та геоморфологія*. 2019. Вип. 95 (3). С. 26–35. *(Особистий внесок здобувача – проведено польові дослідження, проаналізовано гідрохімічні показники якості вод)*
6. Leta, V., Pylypovych, O., & Mykitchak, T. (2019). Hydro-ecological investigation of the Lazeshchyna River in Transcarpathian region of Ukraine. *Forum geografic*. XVIII (2). P. 115–123. doi:10.5775/fg.2019.024.d *(Особистий внесок здобувача – проведено польові дослідження, проаналізовано гідрохімічні показники якості вод)*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Лета В. В. Стан моніторингової системи в Закарпатській області. *Актуальні питання сучасної науки*. Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 03–04 червня 2016 р.). Херсон : Видавничий дім «Гельветика», Одеса. 2016. С. 28–31.

8. Лета В. В. Аналіз показників, що визначають якість вод річок на території Рахівського району. *Проблеми та перспективи сучасної науки та освіти*. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 15–16 серпня 2020 року. Львів : Львівський науковий форум. 2020. С. 8–10.
9. Лета В. В. Інтегральна оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Тиса у м. Рахів. *Проблеми розвитку науки в контексті трансформацій суспільства*. Матеріали II науково-практичної конференції (м. Хмельницький, 28–29 серпня 2020 р.). Херсон : Видавництво «Молодий вчений». 2020. С. 30–33.
10. Лета Василь, Пилипович Ольга. Аналіз антропогенного навантаження на басейн річки Тиса в межах Рахівського району Закарпатської області. *Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи*. Матеріали міжнародної науково-практичної онлайн-конференції (Україна, м. Львів, 1–3 жовтня 2020 р.). Львів: Простір–М. 2020. С. 165–170. *(Особистий внесок здобувача – на основі власних польових досліджень басейну річки Тиса встановлено основні чинники антропогенного впливу на гідроекологічні стани басейну Тиси в межах Рахівського району)*

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

11. Лета В. В. Гідрохімічна оцінка якості вод річок Чорна Тиса та Біла Тиса. *Інноваційний розвиток науки нового тисячоліття*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Ужгород, 21–22 квітня 2017 року). У 3-х частинах. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2017. Ч. 1. С. 155–159.
12. Vasyl Leta, Liubov Senyk. Monitoring of the hydrochemical regime of surface waters of the Tisza river basin within the Rakhiv district of Transcarpathian region: retrospective and perspective analysis of the network. *Environmental safety of the Carpathian euroregion*. International scientific-practical conference (Uzhhorod, May 13–15, 2020). P. 31–32. *(Особистий внесок здобувача – проаналізовано мережу гідрохімічного моніторингу вод у*

межах Рахівського району, визначено ряд недоліків та проблем у системі моніторингу, запропоновано шляхи оптимізації та розвитку моніторингової мережі)

SUMMARY

Leta V. V. Hydroecological conditions of the Tisza River within the Rakhiv District. Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

The dissertation for a candidate degree of geographical sciences in specialty 11.00.11 – constructive geography and rational use of natural resources – Ivan Franko National University of Lviv of the Ministry of Education and Science of Ukraine – Lesya Ukrainka Eastern European National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Lutsk, 2021.

Research on the topic of the dissertation was performed during 2015–2018 according to the research plans of the Department of Constructive Geography and Cartography of the Faculty of Geography of Ivan Franko National University of Lviv and the Department of Physical Geography and Efficient Environmental Management of the Faculty of Geography of Uzhhorod National University.

The dissertation research was conducted on the basis of the materials of observations of the Transcarpathian Hydrometeorological Center, the Basin Department of Water Resources of the Tisza River and the State Ecological Inspectorate in the Transcarpathian Region, as well as literary sources on the research topic, empirical data of expeditionary research carried out by the aspirant in the period from 2015 to 2018, data of hydrochemical analyzes of selected water samples, topographic maps at a scale of 1:25 000 and space images using Google Earth Pro. To perform the graphic part of the work, the aspirant used ArcGIS software 10.4.1. and Microsoft Excel. Methods for assessing water quality according to the hydrochemical index of water pollution (IWP), the Integrated Environmental Index (I_E), as well as the methodology proposed by the International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR) were used.

Hydroecological assessment of river water quality is an important component of the study of geosystems, at the same time can act as an independent

structural and geographical study. The essence of the latter is a comprehensive analysis of natural and anthropogenic factors in the formation of water quality as an indicator of the state of the water geosystem.

According to the scientific works of Khilchevsky V. K., Kovalchuk I. P., Boyarin M. V., Karaushev A. V. and others, as well as according to the provisions of the Water Framework Directive EU 2000/60 / EU, we consider the hydroecological conditions of river waters, as the ratio of hydrological, hydrochemical and physical parameters of the regime and quality of water within a single line, point or section of the river for a certain period (season, year, perennial period).

The influence of natural and anthropogenic factors on the formation of hydroecological conditions of the waters of the Tisza River and its tributary inflows within the Rakhiv District of the Transcarpathian Region has been analyzed in the paper. The influence of the geological structure of the basin, water content, the amount of precipitation, different types of anthropogenic load on the hydrogen index pH, dissolved oxygen content, overall mineralization, content of some major ions, nutrients, heavy metals and specific toxic pollutants in the waters of the Tisza River and its tributaries has been studied in detail. Particular emphasis is placed on the analysis of seasonal variability of the abovementioned indicators.

It has been established that according to the average long-term pH values the Tisza River waters belong to the category of weakly alkaline. Fluctuations in pH values in the range of 7.5–8.2, according to the data obtained at the main point of monitoring the Tisza River waters (the village of Velykyi Bychkiv) during 1994–2018, occur mainly due to changes in water content.

The influence of water content on oxygen indicators of water quality, in particular, the content of dissolved oxygen (O_2), permanganate oxidation (PO), biochemical (BOD_5) and chemical oxygen demand (COD), has been revealed. Violations of maximum permissible concentrations are caused by anthropogenic factors, such as slowing down the flow, sewage from municipal enterprises of the town of Rakhiv and the village of Kobyletska Poliana, domestic sewage, sewage from livestock facilities, spontaneous dumps on rivers banks, industrial sewage.

Based on the results of the analysis of long-term data, the surface waters of the Tisza River were classified as moderately fresh according to the classification of Valentyn Hilchevsky, and were referred to the hydrocarbonate class of the calcium group according to the ionic composition. The average annual values of dry residue range from 105–190 mg/dm³ and occur due to the peculiarities of the geological structure of the catchment area and changes in water consumption throughout the year.

The recorded maximum content of nitrates (NO₃⁻) in the Tisza River waters (the village of Velykyi Bychkiv) was 13 mg/dm³, which is much less than the normalized value. On the other hand, the calculated average long-term (during the period from 1994 to 2018) values of nitrites (NO₂) content in the Tisza River waters (the village of Velykyi Bychkiv) are 0.03 mg/dm³, and some exceedances of the normalized value are observed due to intensification of organic matter decomposition as a result of the ingress of municipal and domestic wastewater into rivers. The average annual values of phosphate (PO₄³⁻) content in the Tisza River waters within the area of the town of Rakhiv and the village of Velykyi Bychkiv vary from 0.03 mg/dm³ to 0.14 mg/dm³, which does not exceed the MPC_{fishfarm}. Fluctuations in the ammonium (NH₄⁺) content in the Tisza River waters range from 0.02 mg/dm³ at the point of the Tisza River (the town of Rakhiv) to 0.8 mg/dm³ at the points of the Tisza River (the villages of Dilove and Velykyi Bychkiv). Exceeding the MPC_{fishfarm} at the points below the town of Rakhiv is caused by the discharge of insufficiently treated municipal wastewater.

The analyzed data of long-term observations of the Basin Department of Water Resources of the Tisza River, the State Ecological Inspectorate in the Transcarpathian Region and the results of our own hydrochemical surveys allowed us to detect high concentrations of heavy metals, such as copper (Cu), zinc (Zn) and chromium (Cr) in the waters of the following rivers: the Tisza, the Shopurka, the White Tisza, the Black Tisza, the Kosivska, and the Lazeshchyna. In the surface waters of the Tisza River and its tributaries, the MPC_{fishfarm} of copper (Cu) is exceeded by 2–6 times, the MPC_{fishfarm} of zinc (Zn) is exceeded by up to 2 times, and the chromium content (Cr_{gen.}) is on the level 1 MPC_{fishfarm}. This happens

mainly due to the manifestations of ore mineralization, and hence the natural pollution of the Tisza River with heavy metals.

The recorded high concentrations of general iron ($\text{Fe}_{\text{gen.}}$) suggest a high degree of pollution and as a result the deterioration of surface waters quality of the Tisza River and its tributaries. During the 25-year period of monitoring at the point of the Tisza River (the village of Velykyi Bychkiv) in 99.6 % of the selected samples exceeding the norms of the $\text{MPC}_{\text{fishfarm.}}$ have been observed, and almost 42 % of samples exceed the norm of $\text{MPC}_{\text{household-drinking.}}$ The high concentrations of general iron ($\text{Fe}_{\text{gen.}}$) is conditioned by the peculiarities of the geological structure, as well as the use of balneological resources of the Rakhiv District, in particular in the village of Kvasy. Increased concentration of general iron ($\text{Fe}_{\text{gen.}}$) is observed during the spring and autumn periods after the increase in water levels, and increased concentration of general iron ($\text{Fe}_{\text{gen.}}$) downstream of the Black Tisza River is also observed in summer after runoff from recreational facilities and sanatoriums enters the river.

Analyzing the chronological series of average long-term concentrations of manganese (Mn) in the waters of the rivers of the Rakhiv District, the exceeding of the $\text{MPC}_{\text{fishfarm.}}$ norms by 7–8 times has been recorded in 93 % of samples, and the exceeding of the $\text{MPC}_{\text{household-drinking}}$ norms has been recorded in 32 % of samples. The synchrony of the concentrations of general iron ($\text{Fe}_{\text{gen.}}$) and manganese (Mn) during the studied period has been revealed. Similar features of seasonal variability of manganese concentrations in the waters of the Tisza River, the Black Tisza River and the White Tisza River during summer and autumn periods have been identified.

Insignificant seasonal changes in the anionic surfactants content in the waters of the Black Tisza River (the village of Yasinia), the Shopurka River (the village of Velykyi Bychkiv), and the Tisza River (the town of Rakhiv and the village of Velykyi Bychkiv) have been detected. The growth of anionic surfactants content in river waters has been recorded within the largest settlements of the Rakhiv District, namely in the villages of Yasinia and Velykyi Bychkiv, as well as in the town of Rakhiv. Thus, the largest range of fluctuations in the average annual values of anionic surfactants content among the studied rivers of the Rakhiv

District at the level of 0.002–0.04 mg/dm³ has been recorded at the point of the Tisza River (the village of Velykyi Bychkiv).

The content of oil products in the waters of the Tisza River and its tributary inflows within the Rakhiv District during 2010–2018 was recorded at the level of 0.01 mg/ dm³ at the norm of MPC_{fishfarm}. <0.05 mg/ dm³.

The calculated hydrochemical index of water pollution (IWP) of the Tisza River in the period from 2007 to 2018 according to the data of the Basin Department of Water Resources of the Tisza River varied in the range of 0.34–0.87, which allows to classify the waters of the Tisza River to the 2nd water quality class (pure water). The increase in the values of IWP at the point of the Tisza River (the town of Rakhiv, below the STPs) is observed due to the impact of wastewater from the municipal sector. As a result of the analysis of monitoring data and our own research, the seasonal character of change of the IWP indicator caused by increase in the content of nitrites, the values of BOD₅ and COD in the summer-autumn period and corresponding decrease in concentrations of dissolved oxygen (O₂) has also been revealed.

The calculated integrated ecological indices (I_E) for the waters of the Tisza River range from 1.9 to 2.4 and do not exceed the threshold of the 2nd water quality class (good ecological condition) with the predominance of the 2nd category (clean water) over the 3rd category (fairly clean water). It is established that during 2007–2018 the main role in the formation of the integrated ecological indices (I_E) was played by the index of indicators of specific toxic substances (I₃) and the role of the block index of ecological and sanitary indicators of water (I₂) increased. The values of the index I₃ are mainly conditioned by the high content of general iron (Fe_{gen.}), and the values of index I₂ are conditioned by the content of nutrients in the river waters of the Tisza River basin.

At the monitoring points of the Tisza River (the village of Dilove) during 2008–2014 and the Tisza River (the village of Velykyi Bychkiv) during 2008–2018, according to the requirements of the methodology proposed by the International Commission for the Protection of the Danube River, the 3rd water quality class (conditionally pure water) was recorded. The satisfactory ecological

condition of the waters of the Tisza River was determined by the worst indicators of copper (Cu) and zinc (Zn).

A number of shortcomings of organizational, scientific, technical, methodological and material nature have been revealed in the system of state hydroecological monitoring of water quality of the Tisza River basin within the Rakhiv District, in order to eliminate which a number of theoretical and applied measures have been developed to improve the observation system. It is proposed to expand the network of hydro-ecological monitoring points within the Rakhiv District from the existing 6 in 2018 to 14 points, which will allow to reflect information on the quality of surface waters in the Tisza River basin more objectively and aid in making quick decisions to eliminate consequences of pollution.

The described in the paper measures to optimize nature management and water quality monitoring should be implemented according to the principles of the basin approach, using the experience of EU countries, the latest GIS technologies and open access to information on water quality in the Tisza River basin for the public on online platforms.

Key words: hydrochemical regime, hydroecological conditions, influencing factors, water consumption, water pollution, water quality class, optimization of nature management.

LIST OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Publications representing the main scientific results of the dissertation:

1. Leta V. V. The hydroecological state of the Shopurka river in Rakhiv district Transcarpathian region. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. 2016. No. 2. P. 91–96.
2. Khilchevskyi V. K., Leta V. V. Comprehensive assessment of water quality r. Black Tisa. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. 2016. No. 3. P. 50–56. *(Personal contribution of the aspirant – field research, hydrochemical indicators of water quality are analyzed)*

3. Leta V. V. Hydrochemical state of the river Tisa on the part of the Ukrainian–Romanian border. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. 2017. No. 1. P. 95–104.
4. Khilchevskiy V. K., Leta V. V. The estimation of the water quality of the river Bila Tysa. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. 2017. No. 4. P. 57–66. (*Personal contribution of the aspirant – field research, hydrochemical indicators of water quality are analyzed*)
5. Leta V. V., Pylypovych O. V. Analysis of the seasonal variability of the hydrochemical composition of the waters of the Kosivska River for the period 2017–2018. *Physical geography and geomorphology*. 2019, Vol. 95 (3), P. 26–35. (*Personal contribution of the aspirant – field research, hydrochemical indicators of water quality are analyzed*)
6. Leta, V., Pylypovych, O., & Mykitchak, T. (2019). Hydro-ecological investigation of the Lazeshchyna River in Transcarpathian region of Ukraine. *Forum geografic*. XVIII (2). P. 115–123. doi:10.5775/fg.2019.024.d (*Personal contribution of the aspirant – field research, hydrochemical indicators of water quality are analyzed*)

Publications confirming the approbation of the dissertation materials:

7. Leta V. V. The state of the monitoring system in the Transcarpathian region. *Current Issues of Modern Science*. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference (Odessa, June 03–04, 2016). Kherson: Helvetica Publishing House, Odessa. 2016. P. 28–31.
8. Leta V. V. Analysis of indicators that determine the quality of river waters in the Rakhiv district. *Problems and prospects of modern science and education*. Materials of the II International scientific-practical conference, Lviv, August 15–16, 2020. Lviv : Lviv Scientific Forum. P. 8–10.
9. Leta V. V. Integral assessment of the ecological status of surface waters of the Tisza River in Rakhiv. *Problems of science development in the context of society transformations*. Proceedings of the II scientific-practical conference (Khmelnitsky, August 28–29, 2020). Kherson: Young Scientist Publishing House. 2020. P. 30–33.

10. Leta Vasyl, Pylypovych Olga Analysis of anthropogenic load on the Tisza river basin within the Rakhiv district of the Zakarpattia region. *Constructive geography and cartography: state, problems, perspectives*. International scientific and practical online conference materials, dedicated to 20th anniversary of Department of Constructive Geography and Cartography of Ivan Franko National University of L'viv (Ukraine, L'viv, 1–3 october 2020). L'viv: Prostir–M. 2020.P. 165–170. (*Personal contribution of the aspirant – on the basis of own field researches of the Tisza river basin the basic factors of anthropogenic influence on hydroecological conditions of the Tisza basin within the Rakhiv district are established*)

Publications representing other scientific results of the dissertation:

11. Leta V. V. Hydrochemical assessment of water quality of the rivers Chorna Tysa and Bila Tysa. *Innovative development of science of the new millennium*. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Uzhhorod, April 21–22, 2017). In 3 parts. Kherson: Helvetica Publishing House, 2017. Part 1. P. 155–159.
12. Vasyl Leta, Liubov Senyk Monitoring of the hydrochemical regime of surface waters of the Tisza river basin within the Rakhiv district of Transcarpathian region: retrospective and perspective analysis of the network. *Environmental safety of the Carpathian euroregion*. International scientific-practical conference (Uzhhorod, May 13–15, 2020). P. 31–32. (*Personal contribution of the aspirant – the network of hydrochemical water monitoring within Rakhiv district is analyzed, a number of shortcomings and problems in the monitoring system are identified, ways of optimization and development of the monitoring network are suggested*)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МАЛИХ РІЧОК ТА ЇХ БАСЕЙНІВ.....	25
1.1. Гідроекологічна оцінка якості річкових вод як елемент конструктивно-географічного аналізу.....	25
1.2. Методика досліджень гідроекологічних станів річок.....	30
1.3. Стан вивченості басейну річки Тиса в межах Рахівського району.....	36
1.4. Аналіз мережі моніторингу якості вод річки Тиса в межах Рахівського району.....	42
Висновки до розділу 1.....	47
РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ ПРИРОДНИХ УМОВ І АНТРОПОГЕННІ ДІЯЛЬНОСТІ НА ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ СТАНИ БАСЕЙНУ РІЧКИ ТИСА.....	48
2.1. Геологічна та геоморфологічна будова.....	50
2.2. Кліматичні умови.....	54
2.3. Гідрологічні умови.....	57
2.3.1. Гідрографічна характеристика території досліджень.....	57
2.3.2. Аналіз багаторічної та сезонної динаміки витрат води.....	59
2.3.3. Аналіз багаторічної та сезонної динаміки стоку наносів.....	66
2.4. Ґрунтово-рослинний покрив.....	69
2.5. Антропогенне навантаження на басейнову систему.....	71
Висновки до розділу 2.....	101
РОЗДІЛ 3. ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК БАСЕЙНУ ТИСИ.....	103
3.1. Фізико-хімічні показники води.....	103
3.2. Головні іони та мінералізація води.....	113
3.3. Біогенні речовини.....	119
3.4. Мікроелементи та специфічні забруднюючі речовини.....	125

Висновки до розділу 3.....	135
РОЗДІЛ 4. ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ РІЧКОВИХ ВОД БАСЕЙНУ ТИСИ.....	139
4.1. Гідроекологічні стани за показниками індексу забрудненості вод та інтегральним екологічним індексом.....	139
4.2. Гідроекологічні стани за класифікацією Міжнародної комісії із захисту річки Дунай.....	157
Висновки до розділу 4.....	159
РОЗДІЛ 5. ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ З МЕТОЮ ДОСЯГНЕННЯ ДОБРОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У БАСЕЙНІ РІЧКИ ТИСА.....	162
5.1. Вдосконалення системи гідроекологічного моніторингу.....	162
5.2. Пропозиції щодо оптимізації природокористування.....	168
Висновки до розділу 5.....	176
ВИСНОВКИ.....	177
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	184
ДОДАТКИ.....	218

ВСТУП

Актуальність теми. Дослідження гідроекологічних станів річки Тиса в межах Рахівського району обумовлено різноманітністю чинників їх формування, а також важливим екологічним, народногосподарським і транскордонним значенням річки. Особливості гірських природних умов території та зміни чинників антропогенного впливу зумовлюють різний характер формування і динаміки гідрологічних та фізико-хімічних параметрів, що впливають на її гідроекологічні стани, а отже потребують детального вивчення з метою вдосконалення системи моніторингу якості води та оптимізації природокористування у межах транскордонного басейну р. Тиса.

Враховуючи мінливий характер антропогенного впливу на якість поверхневих вод Тиси та її приток у межах Рахівського району, доцільно розглянути його більш детально крізь призму історії та сьогодення. Важливою складовою конструктивно географічного дослідження гідроекологічних станів Тиси є також напрацювання моделі оптимізації природокористування з метою досягнення доброго екологічного стану.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота пов'язана з науково-дослідною темою «Рациональне природокористування та моніторинг природно-техногенного середовища Закарпаття» держ.реєстраційний номер 0115U007033 (2015–2020 рр.) кафедри фізичної географії та раціонального природокористування географічного факультету Ужгородського національного університету та «Оптимізація природно-господарських систем Західного регіону України з метою забезпечення його сталого розвитку» держ. реєстраційний номер 0117U001401 (2016–2018 рр.) кафедри конструктивної географії і картографії географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка.

Мета й завдання дослідження: визначити гідроекологічні стани річки Тиса та її приток у межах Рахівського району Закарпатської області; проаналізувати вплив чинників формування гідроекологічних станів, обґрунтувати пропозиції щодо досягнення доброго стану вод у басейні р. Тиса. Мета досягалася через вирішення таких **завдань**:

- обґрунтувати наукові засади гідроекологічних досліджень річково-басейнових систем;
- встановити вплив природних та антропогенних чинників на гідроекологічні стани басейну р. Тиса;
- дослідити гідрохімічні параметри якості вод р. Тиса та її допливів;
- обрати модельні ділянки, відібрати проби води та провести лабораторні дослідження якості річкових вод для визначення гідроекологічних станів річки Тиса та її допливів в межах Рахівського району;
- використовуючи методики розрахунку гідрохімічного індексу забрудненості вод (ІЗВ), інтегрального екологічного індексу (ІЕ) та систему оцінки якості вод, запропоновану Міжнародною комісією із захисту річки Дунай оцінити якість та визначити гідроекологічні стани річкових вод басейну Тиси в межах Рахівського району;
- запропонувати комплекс оптимізаційних заходів, спрямованих на покращення якості вод Тиси в межах Рахівського району з метою досягнення доброго екологічного стану.

Об'єктом дослідження є річка Тиса та її притоки в межах Рахівського району Закарпатської області.

Предметом дослідження є природні та антропогенні чинники, що впливають на формування гідроекологічних станів річки Тиса та її приток.

Методологія та методи дослідження. Методологічною основою даного дослідження є системний підхід до вивчення та аналізу гідроекологічних станів річки Тиса та її приток у межах Рахівського району з метою оптимізації природокористування та покращення водоохоронної діяльності. В дисертаційному дослідженні використані загальнонаукові

(історичний, ретроспективний, системно-структурний, оцінювання) та спеціальні (математико-статистичний аналіз, напівстаціонарних спостережень, картографічний та геоінформаційне моделювання) методи дослідження. Основними в роботі є методи оцінки якості вод за гідрохімічним індексом забрудненості вод (ІЗВ) та інтегральним екологічним індексом (ІЕ), а також класифікація якості вод за вимогами Міжнародної комісії із захисту річки Дунай (МКЗРД).

Інформаційна база дослідження. Інформаційну базу дослідження становлять матеріали звітності Закарпатського обласного центру з гідрометеорології, Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса, Державної екологічної інспекції у Закарпатській області, Закарпатського обласного управління лісового та мисливського господарства, Закарпатського науково-дослідного та проектного інституту землеустрою, Управління туризму та курортів Закарпатської ОДА, матеріали періодичних видань, наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених, а також результати власних польових досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів. У науковій роботі *вперше*:

- за допомогою геоінформаційного картографування створено ГІС-моделі природних та антропогенних чинників впливу на якість вод та гідроекологічні стани басейну Тиси в межах Рахівського району;
- комплексно досліджено закономірності формування хімічного складу та гідрохімічного режиму вод басейну Тиси в межах Рахівського району;
- отримано широку просторово-часову розгортку гідроекологічних станів басейну Тиси в межах Рахівського району з використанням різних методик (ІЗВ, ІЕ, МКЗРД);
- укладено картосхеми гідроекологічних станів басейну Тиси в межах Рахівського району (сезонних, середньорічних, багаторічних);
- розроблено пропозиції щодо оптимізації мережі гідроекологічного моніторингу вод басейну Тиси в межах Рахівського району.

Удосконалено:

- системний підхід до вивчення й аналізу гідроекологічних станів річки Тиса та її допливів у межах Рахівського району з метою оптимізації природокористування та покращення водоохоронної діяльності;
- програму заходів щодо оптимізації природокористування з метою досягнення доброго екологічного стану вод річки Тиса.

Набули подальшого розвитку:

- аналіз сучасних умов формування хімічного складу та гідролого-гідрохімічного режиму вод басейну Тиси в межах обраних модельних ділянок;
- конструктивно-географічні засади оптимізації природокористування в межах Рахівського району.

Практичне значення отриманих результатів. Створені ГІС-моделі природних та антропогенних чинників впливу на якість вод та гідроекологічні стани басейну Тиси в межах Рахівського району мають практичне застосування для Басейнового управління водних ресурсів р. Тиса з метою оцінки природних та антропогенних чинників впливу на якість поверхневих вод річки Тиса та її допливів, оптимізації мережі пунктів моніторингу якості поверхневих вод у межах Рахівського району, підготовки програм заходів, спрямованих на зменшення забруднення вод річки Тиса для органів місцевого самоврядування, підприємств, установ та організацій.

Матеріали дисертаційного дослідження використовують у навчальному процесі кафедри фізичної географії та раціонального природокористування географічного факультету Ужгородського національного університету під час викладання дисциплін: «Основи моніторингу», «Основи моніторингу довкілля», «Основи картографії», «Конструктивна географія».

Результати дисертаційного дослідження можуть бути використані Департаментом екології та природних ресурсів Закарпатської області для запровадження заходів екологічного контролю суб'єктів господарювання в басейні річки Тиса та районними органами самоврядування та громадськістю

зادля покращення екологічного стану водного середовища й обґрунтованого розподілу фінансових потоків.

Особистий внесок здобувача. Зібрано та проаналізовано результати спостережень Басейнового управління водних ресурсів р. Тиса та Державної екологічної інспекції у Закарпатській області у межах Рахівського району з найдовшим періодом спостережень у пункті р. Тиса (сmt Великий Бичків) впродовж 1994–2018 рр. Визначено гідроекологічні стани вод р. Тиса та її допливів у межах Рахівського району за розрахованими гідрохімічним індексом забрудненості вод (ІЗВ), інтегральним екологічним індексом (І_Е) та системою оцінки якості вод, запропонованою Міжнародною комісією із захисту річки Дунай (МКЗРД). Здійснено власні польові дослідження якості поверхневих вод р. Тиса та її допливів за період 2016–2018 рр. Здобувачем виконано картографування екологічної оцінки якості вод частини басейну р. Тиса до ділянки нижче гирла р. Шопурка.

Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням. Усі наукові результати, викладені в дисертації, отримані особисто здобувачем.

Апробація результатів дослідження. Результати досліджень доповідалися та обговорювалися на: IV Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної науки» (м. Одеса, 03–04 червня 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційний розвиток науки нового тисячоліття» (м. Ужгород, 21–22 квітня 2017 року); International scientific-practical conference «Environmental safety of the Carpathian euroregion» (Uzhhorod, May 13–15, 2020); II Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи сучасної науки та освіти» (м. Львів, 15–16 серпня 2020 року); II Науково-практичній конференції «Проблеми розвитку науки в контексті трансформацій суспільства» (м. Хмельницький, 28–29 серпня 2020 р.); Міжнародній науково-практичній онлайн-конференції «Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи» (м. Львів, 1–3 жовтня 2020 р.); наукових семінарах кафедри конструктивної географії і картографії географічного факультету Львівського

національного університету імені Івана Франка (14.12.2016 р., 17.10.2018 р., 04.12.2019 р.); підсумкових наукових конференціях професорсько-викладацького складу ДВНЗ «Ужгородський національний університет» впродовж 2017–2020 рр.

Публікації. Основні положення дисертаційного дослідження викладено в 12 публікаціях, серед яких: 5 статей у наукових фахових виданнях України з географії, 1 публікація – у фаховому наукометричному виданні іноземної держави та 6 публікацій – у збірниках матеріалів конференцій та інших наукових виданнях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Основний зміст викладений на 165 сторінках. Робота містить 82 рисунки, 14 таблиць та 11 додатків на 13 сторінках. Список використаних джерел нараховує 371 найменування. Загальний обсяг дисертації становить 230 сторінок.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МАЛИХ РІЧОК ТА ЇХ БАСЕЙНІВ

1.1. Гідроекологічна оцінка якості річкових вод як елемент конструктивно-географічного аналізу

Система географічних наук включає в себе два блоки різновекторних досліджень: природничу та соціально-економічну географію, які в свою чергу сформовані низкою галузевих наук та дисциплін, як теоретичного, так і прикладного характеру (гідрологія, геоморфологія, ґрунтознавство, демографія, географія промисловості та інші). Розвиток науки і техніки, суспільного виробництва, інформаційних технологій та зростання рівня життя населення вимагають нових (інтегрованих) наукових підходів до вирішення поставлених завдань перед сучасною географією, метою яких є сталий розвиток геосистем та оптимальне природокористування.

Одним з векторів сучасної географії є конструктивна географія, яка виникла на основі фундаментальних географічних наук. Для того, щоб зрозуміти суть наукового напрямку, наведемо низку тлумачень терміну «конструктивна географія».

Вперше про конструктивну географію згадується у праці Богорада Д. І. [26], де під конструктивною, перетворювальною економічною географією району він розглядає районне планування на рівні проблем містобудування.

У 1966 році вийшла стаття Герасимова І. П. [64], що заклала фундамент конструктивної географії, яка за словами автора вирішує проблеми раціонального перетворення та розвитку природних і господарських комплексів, а також розміщення населення.

Надалі, Герасимов І. П. у співавторстві з Мінцем О. О. та Преображенським В. С. розвинули низку конструктивно-географічних завдань, серед яких пропонували наступні:

- розробити методичні основи наукового прогнозування впливу антропогенної діяльності на навколишнє середовище;
- створити теорію цілеспрямованого перетворення природи і регіональних конструктивно-перетворювальних моделей оптимізації середовища;
- розробити наукову теорію раціональних природно-технічних систем, як модельних форм територіальної організації виробничих сил суспільства [61–63, 65, 66, 341].

Сочава В. Б. називав конструктивну географію завершальним етапом географічних досліджень, що має на меті розробку теоретичних засад використання природних ресурсів та їх експериментальну перевірку [301].

Сьогодні поняття конструктивної географії дещо доповнено. Так, Петлін В. М. визначає її як напрям конструктивного планування природно-господарських територіальних систем на основі закономірностей просторово-часової організації природних територіальних єдностей у спонтанному та антропогенно-модифікованому режимах функціонування [250, 251].

Професор Голубець М. А. вважав, що конструктивна географія повинна обґрунтовувати засоби цілеспрямованого конструювання географічного середовища, маючи на меті розвиток продуктивних сил, задоволення суспільних потреб, оптимізацію взаємодії суспільства та природи [73].

Кричевська Д. А. та Мкртчян О. С. у своїх працях [150, 202] визначають конструктивну географію як новітній напрям комплексних наукових досліджень геосистем, що повинен вирішувати завдання територіального планування, раціонального природокористування та управління, гармонізації відносин у системі «людина-природа» за допомогою сучасних методів, засобів та підходів.

Як і саме поняття конструктивної географії, так і її об'єктно-предметна сфера мають різні трактування. Об'єктом є ландшафтно-господарські системи, наближені до природно-господарських територіальних систем [115], інтегральні геосистеми [150], природно-технічні геосистеми та культурні ландшафти [202], географічний конструкт [250]. Предметом є визначення та

обґрунтування схем і моделей планування таких геосистем [150], виведення законів та закономірностей просторово-часової організації природних територіальних та антропогенно-модифікованих систем в контексті практичного застосування [250]. Методологічну основу складає конструктивно-географічний аналіз, що базується на використанні ландшафтного, екологічного, геосистемного підходів, а також ряду загальнонаукових та прикладних методів (аналіз, синтез, індукція, дедукція, системний аналіз, моделювання, конструктивний) дослідження геосистем та геотехсистем [115].

Серед основних напрямків конструктивно-географічних досліджень виділимо аналіз природних умов та ресурсів [204, 241, 249, 291, 292, 340, 350], в тому числі геолого-геоморфологічних [39, 177], ґрунтових [275, 317], кліматичних [318], гідрологічних [11, 25, 44, 116, 129, 253, 299, 316, 351], туристично-рекреаційних [19, 99, 257, 322, 343], природоохоронних тощо [37, 118, 151, 335]. Низка конструктивно-географічних досліджень присвячена розробці шляхів та методів оптимізації природокористування [30, 313, 336], географічному моніторингу природних умов та явищ [86, 134, 158, 255], оцінці структури та територіальних особливостей господарства [21, 237], аналізу урбосистем [40, 126, 127, 207, 328], опису методик геоінформаційного моделювання та картографії [4, 142, 202]. Окремо розглянемо вектори конструктивно-географічних досліджень вод та водних геосистем:

- виявлення та оцінка географічних умов, чинників природного та антропогенного впливу на річки [25, 44, 123, 199, 241, 269, 290, 299];
- гідроекологічний моніторинг [86, 134, 347];
- оцінювання та прогнозування гідрохімічного стану водних ресурсів [2, 76, 175, 351, 353];
- геоекологічний аналіз басейнів річок та водних об'єктів [45, 253, 316, 338];
- водогосподарське районування, аналіз та раціоналізація водокористування [231, 306, 330, 355];
- моделювання стану басейнових геосистем [40, 75];

- конструктивно-географічні основи оптимізації природокористування в басейні річки [10, 11, 30, 253];
- прикладна (практична) та конструктивна гідроекологія [11, 113, 135, 160].

Беручи до уваги те, що екологічна термінологія не є усталеною, то й саме поняття «гідроекологія» в працях різних науковців дещо відрізняється. До прикладу, Романенко В. Д. вважає, що гідроекологія – це біологічна наука, проте найширше використовує гідрологічні та гідрохімічні дані [281]. Константинов О. С. ототожнює гідроекологію з екологічною гідробіологією, визначаючи її як науку, що вивчає населення гідросфери в їх взаємодії з середовищем [140] та надорганізові рівні організації життя, структуру та функціонування водних екосистем [31, 172, 173]. Літвенкова І. А. і Дударев А. М. стверджують, що гідроекологія – не лише біологічна наука, але й соціально–економічна дисципліна, оскільки вивчає вплив господарської діяльності на якість вод [173]. З точки зору географії, гідроекологія – це наука, яка вивчає властивості водних об'єктів та їх якісні характеристики, прогнозує кількісні та якісні зміни водних ресурсів водойм та водотоків [175]. Ряд науковців дають ширше визначення гідроекології, визначаючи її як вчення про взаємозв'язки між гідрологічними, гідрохімічними і гідробіологічними процесами у водах [20, 76].

Як бачимо, гідроекологічні дослідження є одним з міждисциплінарних підходів до вивчення водних геосистем, за допомогою якого здійснюється ретроспективний аналіз, оцінка сучасного стану, сезонної та багаторічної динаміки гідроекологічних станів, а також їх прогнозування з урахуванням природних та антропогенних чинників впливу.

Беручи до уваги те, що геосистема – це динамічна сукупність взаємопов'язаних компонентів навколишнього середовища [300], які формують цілісні гомогенні територіальні утворення, як природного, так і антропогенного характеру [256], гідроекологічну оцінку якості річкових вод будемо вважати одним з елементів в алгоритмі конструктивно-географічних досліджень геосистем [62, 64, 150, 154].

Згідно аналізу наукових публікацій термін гідроекологічна оцінка має такі тлумачення: класифікація якості вод із застосуванням критеріального підходу до аналізу сукупності показників (індексів) їх складу та властивостей [11, 31, 121, 252]; екосистемний підхід, що передбачає аналіз водного середовища, донних відкладів та гідробіонтів [273]; міждисциплінарний процес визначення та аналізу природних і антропогенних процесів, які визначають нинішній та майбутні екологічні стани з метою формування основних положень екологічної політики та стратегії її впровадження [46].

Гідроекологічна оцінка якості річкових вод є важливою складовою дослідження геосистем, водночас може виступати самостійним конструктивно-географічним дослідженням. Суть останнього полягає у комплексному аналізі природних та антропогенних чинників формування якості вод, як індикатора стану водної геосистеми [79, 82].

Гідроекологічний стан – це просторово-часове поєднання кількісних гідрологічних, гідрохімічних та фізичних характеристик, що дають інформацію про режим, якість вод та рівень забруднення поверхневого водного об'єкта чи його частини, а також пояснюють взаємозв'язок з навколишнім середовищем і вплив господарської діяльності. Гідроекологічні стани річкових вод можна розглядати в межах окремого створу, пункту, масиву поверхневих вод (ділянки річки) чи цілого басейну за обраний період часу (день, місяць, квартал, рік, багаторічний період). Аналіз та оцінка гідроекологічних станів здійснюється з метою:

- розробки класифікації антропогенних навантажень на гідроекологічне середовище (водну геосистему);
- картографування антропогенного навантаження на гідроекосистем;
- обґрунтування гідроекологічного моніторингу різнорангових систем;
- розробки рішень державних органів управління водного господарства, громадських організацій, територіальних громад;
- розробки й впровадження геоінформаційних систем та моделювання у роботу контролюючих органів;

- прогнозування змін станів під дією різних антропогенних навантажень;
- розробки територіальної або басейнової схеми комплексного використання й охорони водних ресурсів;
- оптимізації структури і функціонування водогосподарського комплексу;
- обґрунтування проектів організації геотехсистеми;
- розробка рекомендацій щодо збереження динамічної рівноваги та оптимізація природно-техногенних гідрогеосистем.

1.2. Методика досліджень гідроекологічних станів річок

Гідроекологічні дослідження річок передбачають здійснення оцінки якості вод та класифікацію їх екологічного стану. Існує багато методів визначення гідроекологічних станів поверхневих вод, що зумовлено особливостями формування цих станів та значною кількістю показників, що використовуються при оцінці [103, 176, 190–192, 263, 298, 360]. Так, до найбільш поширених в Україні методик визначення гідроекологічних станів належать комплексний індекс забрудненості вод (далі ІЗВ) та інтегральний екологічний індекс (далі І_Е) [148].

Визначення гідроекологічних станів вод, їх сезонної мінливості та багаторічної динаміки потребує врахування зв'язку гідрологічного режиму, як лімітуючої умови абіотичного середовища [31] та гідрохімічних показників (рис. 1.1). З гідрологічних параметрів важливо описати рівневий режим, режим живлення, розподіл витрат і стоку води впродовж року та за багаторічний період. З гідрохімічних позицій важливо обрати комплекс показників, які зможуть охарактеризувати гідроекологічні стани вод, враховуючи різні природні й антропогенні чинники впливу на їх якість.

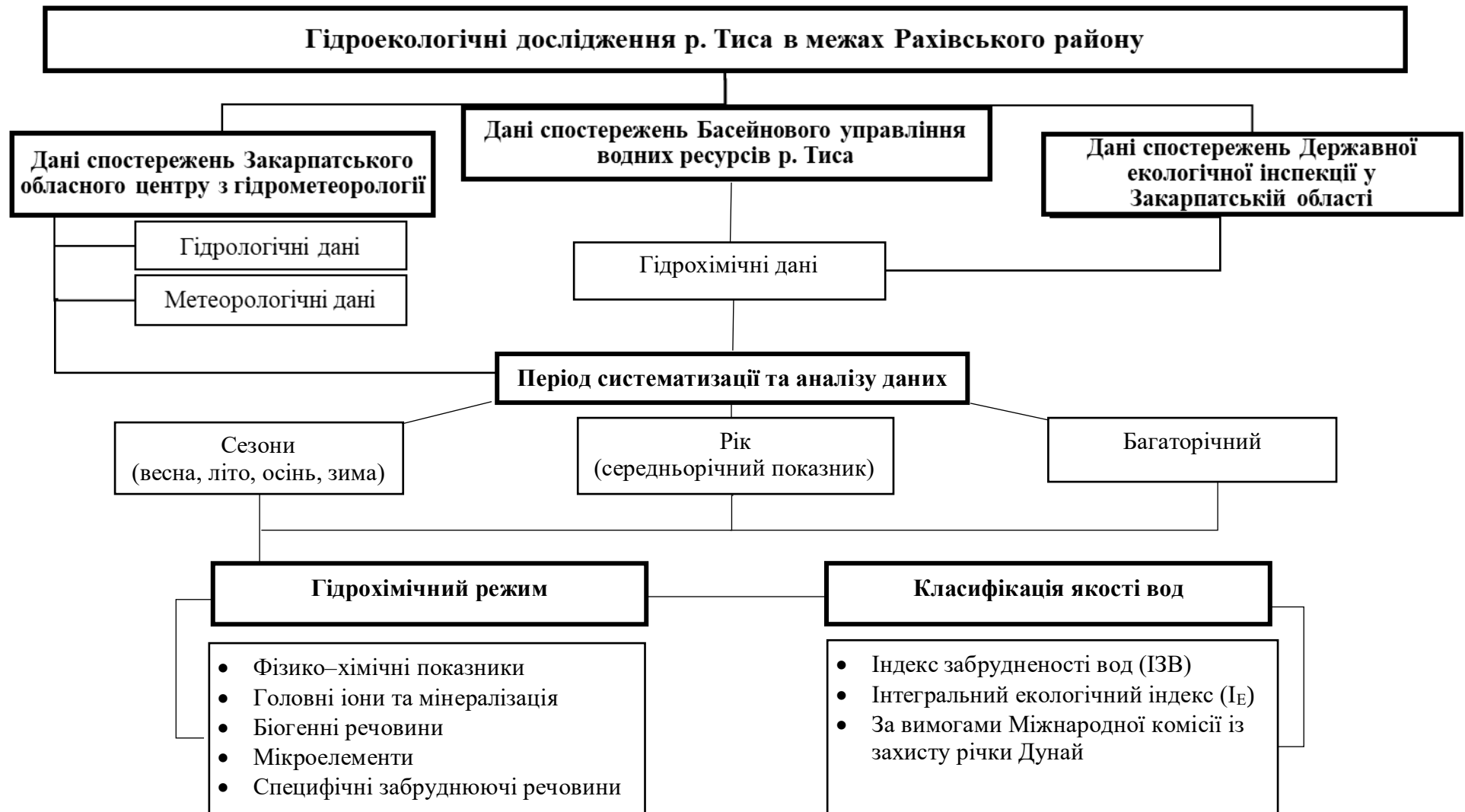


Рис. 1.1. Схема гідроекологічних досліджень р. Тиса в межах Рахівського району (складено автором)

Гідрохімічний індекс забрудненості води (ІЗВ) – це методика оцінки якості води, яка охоплює такі показники як вміст розчиненого кисню, біохімічне споживання кисню п'ятидобове (БСК₅), хімічне споживання кисню, амоній-іони, нітрит-іони та концентрацію нафтопродуктів [298]. Значення наведених показників порівнюється з відповідними гранично допустимими концентраціями у водах рибогосподарського використання (ГДК_{рибгосп.}) з подальшим розрахунком середньоарифметичного значення.

$$ІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (1.1)$$

де C_i – концентрація i -го показники;

$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація по i -му показнику.

Показники біохімічного споживання кисню та вмісту розчиненого кисню розраховуються за відповідними нормативами, які залежать від самих значень БСК₅ та O₂. Отримане значення ІЗВ порівнюємо з діапазонами відповідного класу якості вод і визначаємо рівень забрудненості води (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Класифікація якості вод за ІЗВ*

Клас якості вод	Рівень забрудненості води	Діапазон ІЗВ
I	дуже чиста вода	$ІЗВ < 0,3$
II	чиста вода	$0,3 < ІЗВ < 1$
III	помірно забруднена вода	$1 < ІЗВ < 2,5$
IV	забруднена вода	$2,5 < ІЗВ < 4$
V	брудна вода	$4 < ІЗВ < 6$
VI	дуже брудна вода	$6 < ІЗВ < 10$
VII	надзвичайно брудна вода	$ІЗВ > 10$

*Складено автором за матеріалами [298]

Інтегральний екологічний індекс (І_Е) – є блоковим показником якості вод, до складу якого входять блок показників сольового складу (І₁), блок еколого-санітарних показників води (І₂) та блок показників специфічних речовин токсичної дії (І₃) (рис. 1.2) [191]. Таким чином екологічна оцінка полягає у визначенні блокових індексів (І₁, І₂, І₃) окремо та інтегруванні

екологічного індекса (I_E). За допомогою цих показників визначається приналежність до певної категорії та класу якості вод (табл. 1.2). При розрахунку I_E показники якості вод амоній іони, нітрити, нітрати та фосфати переведені, відповідно, в азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний та фосфор фосфатів.

Таблиця 1.2

Класифікація якості води за екологічним індексом*

Клас якості води		Категорія якості води		Екологічний індекс
I	Відмінний	1	дуже чисті	1 – 1,7
II	Добрий	2	чисті	1,8 – 2,7
		3	досить чисті	2,8 – 3,7
III	Задовільний	4	слабко забруднені	3,8 – 4,7
		5	помірно забруднені	4,8 – 5,7
IV	Поганий	6	брудні	5,8 – 6,7
V	Дуже поганий	7	дуже брудні	6,8 – >7

*Складено автором за матеріалами [191]

Традиційно, до першого класу якості вод відносимо річки або їх частини, які зазнають найменшого антропогенного впливу. Зрозуміло, що зі збільшенням антропогенного впливу буде зростати значення ІЗВ, I_E та змінюватись клас якості вод. Виходячи з діапазонів ІЗВ про забруднення вод можемо говорити за умов перевищення мінімального порогу III-го класу якості вод, коли значення ІЗВ > 1, а значення $I_E \geq 3,8$.

Ділянка річки Тиса в межах Рахівського району служить кордоном між Україною та Румунією, тож вважаємо за доцільне визначити також гідроекологічні стани вод Тиси за системою, що запропонована Міжнародною комісією із захисту річки Дунай (МКЗРД) [16, 309]. У цій класифікації для оцінки використовують 5 класів, представлення яких здійснюють відповідним номером класу та виділяють кольором (табл. 1.3). За основу беруть значення II-го класу, так як I-ий клас представляє референційні умови або фонові концентрації.



Рис. 1.2. Комплекс показників Інтегрального екологічного індексу I_E (складено автором за матеріалами [191])

При класифікації для кожного показника розраховують тест-значення, яке визначають на основі щонайменше 11 проб впродовж року [16, 309]. Наприклад, для показника БСК₅ визначене тест-значення, рівне 90 % забезпеченості, що порівнюється з максимальним значенням класу: 1 клас – 3 мг/дм³, 2 клас – 5 мг/дм³, 3 клас – 10 мг/дм³, 4 клас – 25 мг/дм³, 5 клас – >25 мг/дм³. Перелік показників-індикаторів наведено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.3

Класифікація якості вод за вимогами МКЗРД*

Клас якості вод	Якість вод	Екологічний стан
1	Дуже чиста вода	Відмінний
2	Чиста вода	Добрий
3	Умовно чиста вода	Задовільний
4	Забруднена вода	Поганий
5	Дуже брудна вода	Дуже поганий

*Складено автором за матеріалами [16, 309]

Класифікація якості вод за вимогами МКЗРД відбувається за рахунок аналізу комплексу органічних та неорганічних показників, перелік яких практично аналогічний з тим, що використовується в Україні для визначення інтегрального екологічного індексу (табл. 1.4).

Суттєвою різницею між українськими методиками та системою оцінки якості вод, запропонованою МКЗРД є визначення інтегрального показника (індексу) у першому випадку та визначення найгіршого показника – у другому. Завдяки щомісячному відбору та аналізу проб води згідно міжнародної методики забезпечується висока достовірність результатів досліджень.

Конструктивною особливістю наведених методик оцінки якості вод є покомпонентний аналіз гідрохімічних показників та їх режиму, що дозволяє краще зрозуміти механізм формування гідроекологічних станів вод (сезонних, середньорічних, багаторічних). Виявлені на даному етапі тенденції та закономірності враховуються при класифікації якості вод за вітчизняними та міжнародною методиками.

Таблиця 1.4

Перелік показників-індикаторів якості вод згідно вимог МКЗРД*

Показник	Категорія показників
Показник рН	Загальні фізичні та неорганічні показники
Розчинений кисень	Загальні фізичні та неорганічні показники
БСК ₅	Загальні показники органічних речовин
ПО	Загальні показники органічних речовин
ХСК	Загальні показники органічних речовин
Азот амонійний	Загальні фізичні та неорганічні показники
Азот нітритний	Загальні фізичні та неорганічні показники
Азот нітратний	Загальні фізичні та неорганічні показники
Фосфор фосфатів	Загальні фізичні та неорганічні показники
Мідь	Показники неорганічних промислових забруднень
Цинк	Показники неорганічних промислових забруднень
Хром загальний	Показники неорганічних промислових забруднень
Нафтопродукти	Показники органічних промислових забруднень
АПАР	Показники органічних промислових забруднень

*Складено автором за матеріалами [16, 309]

Для кращого розуміння факторів, що впливають на зміну гідроекологічних станів річки Тиса та її приток в межах Рахівського району здійснено аналіз багаторічної та сезонної мінливості гідроекологічних станів за вітчизняними методиками та порівняння з багаторічною динамікою гідроекологічних станів, що визначені за методикою МКЗРД.

1.3. Стан вивченості басейну річки Тиса в межах Рахівського району

Рахівський район – це найвисокогірніша частина Українських Карпат, а відтак і України. Цей факт зумовлює низку особливостей природних умов (наявність висотної поясності, густої річкової мережі) та багатство ресурсів Рахівщини (лісові, водні, рекреаційні) і викликає науковий інтерес до дослідження даної території.

Найбільш повний опис природи Рахівського району було здійснено у минулому столітті, зокрема в історичних працях [117, 200], де описані природні умови з точки зору господарського освоєння. Фундаментальними є

праці, в яких розкрито особливості рельєфу та рельєфотворних факторів [337], подано комплексний фізико-географічний аналіз території Закарпатської області, в тому числі Рахівського району [67, 267], висвітлено ландшафтні дослідження гірських та передгірних територій регіону [184, 185].

Наступні дослідження Рахівського району мали доповнюючий характер або більш детально розкривали особливості окремих фізико-географічних одиниць досліджуваної території [189, 205, 209, 278, 295].

У наш час Рахівський район досліджують в окремих, часто дуже вузьких аспектах, серед яких чільне місце посідають геолого-геоморфологічні дослідження [77, 119, 120, 146, 349]. Окремі науковці розглядали природні умови як ресурсний потенціал [57, 156, 227, 259, 268, 367] або ж описували практично всі природні та соціально-економічні особливості Рахівського району в межах одного навчально–методичного видання [277].

З другої половини 20-го століття набувають поширення польові дослідження гірських та передгірних територій, зокрема й Рахівського району. Особливе місце тут посідають дослідження ґрунтового покритву, як важливого складника природньої екосистеми та передумови розвитку господарства району.

В період з 1957 по 1961 роки інститутом «Укрземпроект» у складі Закарпатської землевпорядної експедиції проведено низку польових досліджень з метою вивчення хімічних особливостей різних типів ґрунтів (дерново-буроземні, бурі гірсько-лісові), встановлення показників кислотності, родючості та еродованості. У 1967 році працівники того ж інституту «Укрземпроект» закартографували ґрунти Закарпатської області [124] з чітким аналізом еродованих земель, а також провели районування протиерозійних заходів, хімічної меліорації та агроґрунтового районування Закарпатської області в масштабі 1:200 000.

Буроземно-підзолисті, дернові та лучні ґрунти низьких терас гірських річок, бурі гірсько-лісові, гірсько-лучні типи ґрунтів описані з використанням ґрунтово-генетичного методу в різні роки Є. Н. Руднєвим (1960 р.), І. М. Гоголевим та З. В. Проскурою (1968 р.)

Наведені вище дослідження та наступні доопрацювання було узагальнено в межах звітів Закарпатського інституту землеустрою [111], окремих публікацій та видань [41, 81, 248].

В наш час багато уваги приділяється картографуванню ґрунтів. Це карта ґрунтів України О. П. Канаша, Т. М. Лактінової, В. В. Медведєва [209], карта ґрунтів Закарпатської області в масштабі 1:100 000, укладена працівниками ДП «Закарпатський науково-дослідний та проектний інститут землеустрою» у цифровому форматі, а також карта ґрунтового покриття України у масштабі 1:200 000, авторами якої є С. П. Позняк, В. Г. Гаськевич, А. А. Кирильчук, З. П. Паньків, Т. С. Ямелинець, І. Я. Папіш [125].

Клімат Рахівського району описано у працях Данилюк М. М. та ін. [83, 232, 267] (кліматичне районування Українських Карпат проведене Андріановим М. С. [5, 7], фактори циркуляції повітряних мас були визначені в роботі Бучинського І. О., Волехава М. М., Коржов В. О. [35]. Орокліматогенний вплив на особливості клімату ландшафтів Українських Карпат досліджувала Моргоч О. В. [205, 206], біокліматичну характеристику Українських Карпат у своєму дисертаційному дослідженні розробила Михайленко Н. М. (1994 р.), тепловий та водний режим розглянуто у праці Сакалі Л. І. [287]. Окремо досліджено кліматичні особливості ландшафту Чорногора, вертикальні температурні градієнти Українських Карпат [320] та небезпечні гідрометеорологічні явища досліджуваної території [174]. У 1991 році М. З. Мальський та Н. М. Бойкова уклали кліматичну карту Закарпатської області у масштабі 1:750 000.

Дослідження рослинного світу Закарпатської області було здійснено ще в другій половині 20-го століття у працях Є. М. Брадїса [33, 285], С. С. Фодор [329], Т. Л. Андрієнко [6]. К. А. Малиновський детально

дослідив та провів флористичну класифікацію рослинних угруповань Українських Карпат [182], більше двохсот видів рослин Чорногори описано в роботі Ю. Нестерука [211], популяції рідкісних рослин, ендемічних та реліктових представників флори наведено в працях [42, 280, 304].

Голубець М. А. закартографував рослинність Українських Карпат у масштабі 1:1 000 000. Ліси, в якості воднобалансового регулятора, вивчали Д. Д. Сухарюк, П. С. Папарига, І. М. Данів, М. В. Кабаль [305], О. В. Чубатий [345]. Лісорослинні умови, різні типи пралісів та їх роль в екології Рахівського району розглянуто в працях [33, 264, 265, 296, 302], в роботі Буднікова Г. Б. [358] виділено окремі шляхи збереження Карпатських гірських лісів з точки зору розвитку регіону [302, 303, 348, 357].

Тваринний світ вивчав Татаринов К. А. [307, 308], окремо земноводних та плазунів досліджували Щербак М. М., Щербань М. І., популяцію птахів – Луговий А. Є. та Годованець Б. Й. [70], фауну річок Рахівського району та озер Догяска, Апшинець, Ворожеска, Івор досліджували Микітчак Т., Антошик О. та ін. [8, 193, 194, 196, 197, 363].

Останнім часом географічні дослідження Закарпаття масово набувають екологічного характеру, що зумовлено якісними змінами окремих геосистем краю. Вплив повеней на екологічний стан компонентів довкілля в межах обраної території в своїх працях розкрили Архіпова Г. І. та Ромащенко М. І. [12, 284], гідроекологічну оцінку завданих паводками збитків дав Ободовський О. Г. [221]. Антропогенний вплив (побутові відходи, сміттєзвалища, вирубування лісів, випасання) описано в працях Гамора Ф. Д., Койнової І. та Рожко І. [56, 58, 137], водогосподарський комплекс з точки зору екологічної стійкості розглянуто в працях Іваницького О. М., Яцика А. В. [114, 354], еколого–геоморфологічні дослідження розкрито у працях Габчак Н. Ф. [52, 54], еколого–ландшафтознавчі – Мельника А. В., Папариги П. С. [187, 247], геохімічний аналіз ґрунтів та рослинності – Жовинського Е. Я. [106]. Роль територій та об'єктів ПЗФ в екології краю вивчали Гамор Ф. Д., Ніколайчук В. І., Поп С. С., Мигаль А. В. та ін. [102,

213, 260, 274], екологічний статус річок басейну Тиси в тому числі за біологічними показниками визначено в працях Афанасьєва С. О. [14], Гамора Ф. Д. [59]. Антропогенні трансформації річкових систем та їх екологічний стан вивчали Габчак Н. Ф. та Дубіс Л. Ф. [51, 98].

Жовинський Е. Я., Крюченко Н. О. та Папарига П. С. [105, 106] провели дослідження снігового покриву на території Чорногори та Свидовця на ключових ділянках: Рахів–Ясіня, урочище Брецул, урочище Туркулець, полонина Драгобрат, г. Стіг, ділянка біля оз. Драгобратське, вершини Близниці та інші, у результаті чого проаналізовано вміст мікроелементів у сніговому покриві та розраховано коефіцієнти концентрації хімічних елементів у ньому.

Щодо гідрологічних досліджень на території Рахівського району, слід в першу чергу згадати праці К. Матосек (1929) та М. І. Кирилюка (1981), в яких детально вивчено такі річки як Чорна Тиса, Косівська, Мала Шопурка та Середня Ріка. Режим річок описано в працях Вишневського В. І., Паламарчука М. М., Швебс Г. І. та інших [43, 47, 107, 239, 346], водний баланс охарактеризовав Кирилюк М. І. [128], ресурси поверхневих вод було оцінено ще в праці за редакцією Каганера М. С. [279], модулі стоку закартографовано Деєвим Ю. О. (1968 р.), мінімальний стік малих річок дослідив Лисенко К. А. [180]. Неодноразово проводились дослідження небезпечних гідрологічних явищ (селі, лавини, паводки) такими науковцями як Перехрест С. М., Кочубей С. Г., Печковська О. М., Лонгінов К. Т., Раєвський А. Н., Айзенберг М. М., Тиханович Є. та ін. [314, 315], а також Гамором Ф. Д., Ободовським О. Г., Сніжком С. І., Гребенем В. В., Їжаком Т. Й., Манівчуком В. М. [68, 183, 230]. Одними з перших, хто описав водний режим та річковий стік Чорної Тиси, Косівської та Шопурки були Ласберг Е. В. і Тараханов Е. М. (1941 р.), Кубишкін Г. П. (1958 р.), Кагавер М. С. і Огієвська В. А. (1965 р.), Лісковський Б. Ю. (1974 р.).

Важливими з точки зору гідрологічного режиму та хімічного складу вод річок були дослідження мінеральних джерел Бабінця А. Є. (1948 р.,

1951 р., 1978 р.), який вивчав умови поширення та використання окремих типів мінеральних вод, а також Білака С. П. (1986 р.), в чиййй праці виявлено закономірності поширення вод вуглекислого та сірководневого типу. Аналіз можливостей та видів господарського використання мінеральних вод на території Свидовця розглянуто в роботі Паламарчука М. М., Горленка І. О. (1972 р.). Останніми результатами досліджень є схема поширення мінеральних та термальних вод, автором якої є Мацьків Б. В. (2009 р.) та праці, в яких проаналізовано хімічний склад вод на окремих ділянках в межах Рахівського району [156, 244].

Не менше уваги було приділено високогірним озерам та болотам Рахівського району: морфометрія та гідрологічний режим озер висвітлені в працях Міллера Г. П. та Антошик О. [8, 198], особливості збереження та використання – Папариги П. С. [245], екологічний стан – Антошик О. [8], гідрохімічна характеристика озер Чорногірського масиву подана у роботі Микітчака Т. І. та ін. [195], а Свидовецького у роботі Покинййчереда В. Ф. (2016 р.). Й. Б. Гера, А. В. Кишелюк (2013 р.) та Н. І. Карпенко створили батиметричні карти озер Герашаска, Драгобратське, Ворожеське та Апшинець. Характеристику боліт та рослинного покриву на прилеглих територіях розглядали Л. М. Фельбаба–Клушина, Є. М. Брадїс, Г. Ф. Бачурина [32, 33, 325–327], згадує про осоково–сфагнові й осоково–гіпнові болота у своїй праці Геренчук К. І. (1981 р.).

Гідроморфологічні дослідження, руслові процеси та деформації розкрито в працях відомих географів–гідрологів КНУ ім. Тараса Шевченка Ободовського О. Г. та Онищука В. В. [139, 215, 217, 218, 233]. Окремо Ободовським О. Г. зроблено гідроекологічну оцінку руслових процесів [220, 225], оцінку стійкості русел на прикладі Карпатських річок [226], а також пропускної здатності русел [223]. Методичні засади гідроморфологічної оцінки гірських річок на прикладі басейну Верхньої Тиси подано в працях [214, 219], а саму гідроморфологічну оцінку якості вод річок зробили Ободовський О. Г., Ярошевич О. Є. [224]. Ободовський О. Г., Онищук В. В.,

Кафтан А. Н. та Козицький О. М. також проаналізували проблеми регулювання русел гірських річок та шляхи їх вирішення [216, 233, 234, 236], навели оцінку гранулометричного складу руслових відкладів [235], розробили методику оцінки стоку наносів [222], а також описали морфодинамічні особливості різних типів русел [223].

Серед гідрохімічних досліджень чільне місце посідає праця «Гідрохімія України» Горєва Л. М., Пелешенка В. І. та Хільчевського В. К., в якій наведено середні багаторічні концентрації головних іонів, біогенних речовин та мікроелементів для створу в місті Рахів на річці Тиса для різних сезонів (весняної повені, літньо-осінньої та зимової межені) [76]. У цьому ж пункті Гопченко Є. Д. та Катинська І. В. [74] досліджували кількісну залежність мінералізації води від витрат.

Неодноразово було проаналізовано динаміку екологічного стану річки Тиса на ділянці українсько-румунського кордону [101, 165, 309]. Екологічну оцінку якості поверхневих вод за методикою, описаною ВРД ЄС навели Ярошевич О. Є. та Афанасьєв С. О. [3, 15], а її залежність від гідрологічного режиму описали Левчак О. Ю. та ін. [161]. Вплив забруднювачів на екологічний стан Верхнього Потисся описали Бойко Н., Балажі Ш., Коваль Г. та ін. [27], гідрохімічний стан річок басейну Тиси за вмістом специфічних забрудників, зокрема важких металів досить детально проаналізовано в роботах Скоблей М. П. [171, 293, 294]. Хільчевський В. К. та Лук'янець О. І. у 2007 році уклали також ряд гідрохімічних та гідрологічних карт України.

1.4. Аналіз мережі моніторингу якості вод річки Тиса в межах Рахівського району

Моніторинг є складною системою спостережень та контролю за станом складових навколишнього середовища, в тому числі поверхневих вод [132]. Моніторингові дослідження лежать в основі природоохоронної політики, а

тому вивчення системи спостережень за станом довкілля, в контексті збалансованого розвитку регіонів, сьогодні є актуальним.

Моніторинг гідрологічних параметрів вод включає в себе збір та обробку даних про гідрологічний режим (рівень, витрати) та морфологічні умови річок. Натомість гіdroхімічний моніторинг включає спостереження за широким спектром хімічних та фізико-хімічних показників масивів поверхневих вод, які використовуються для конкретних потреб (рибогосподарських, господарсько-питних) [271]. Гідроекологічний моніторинг – це багатоцільова інформаційно-моделювальна система, за допомогою якої відбувається відстеження, оцінювання та прогнозування екологічного стану водних екосистем, водних об'єктів та їхніх басейнів з метою ідентифікації джерел негативного впливу на зазначені екосистеми, отримання достовірної інформації для прийняття водо- і природоохоронних рішень [134]. Невід'ємною складовою процесу гідроекологічного дослідження є гіdroхімічна зйомка – відбір проб води за заданою схемою проведено відповідно до чинних нормативних документів [85, 95, 96].

Мережа пунктів моніторингу вод у межах Закарпатської області, у тому числі Рахівського району є багатогалузевою, враховуючи невелику кількість пунктів спостереження, що підпорядковуються різним суб'єктам (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Пункти моніторингу та параметри, розглянуті в даному дослідженні*

Суб'єкт моніторингу	№	Річка–пункт	Параметри
<i>Гідрологічний режим</i>			
Закарпатський обласний ЦГМ	1	р. Чорна Тиса – смт Ясіня	Рівень, витрати й температура води, льодові явища, витрати завислих і рухомих наносів
	2	р. Біла Тиса – с. Луги	
	3	р. Тиса – м. Рахів	
	4	р. Тиса – с. Ділове	
	5	р. Тиса – смт Великий Бичків	
	6	р. Косівська – с. Косівська Поляна	
	7	р. Шопурка – смт Кобилецька Поляна	

Продовження таблиці 1.5

Гідрохімічний режим			
БУВР р. Тиса	1	р. Тиса – м. Рахів	Завислі речовини, прозорість, кольоровість, запах, рН, кальцій (Ca^{2+}), магній (Mg^{2+}), сульфати (SO_4^{2-}), хлориди (Cl^-), лужність (гідрокарбонати HCO_3^-), жорсткість загальна, сухий залишок, БСК ₅ , ПО, ХСК, розчинений кисень (O_2), амоній (NH_4^+), нітрати (NO_3^-), нітрити (NO_2^-), фосфати (PO_4^{3-}), фосфор загальний ($\text{P}_{\text{заг.}}$), залізо загальне ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$), марганець (Mn), мідь (Cu), хром загальний ($\text{Cr}_{\text{заг.}}$), цинк (Zn), свинець (Pb), АПАР, нафтопродукти.
	2	р. Тиса – м. Рахів (нижче КОС)	
	3	р. Шопурка – смт Великий Бичків	
	4	р. Тиса – с. Ділове (нижче впадіння р. Вішеу)	
	5	р. Тиса – смт Великий Бичків	
Закарпатська ДЕІ	1	р. Чорна Тиса – с. Білин	Температура, колір, завислі речовини, електропровідність, рН, кальцій (Ca^{2+}), магній (Mg^{2+}), сульфати (SO_4^{2-}), хлориди (Cl^-), жорсткість, сухий залишок, БСК ₅ , ПО, ХСК, розчинений кисень (O_2), амоній (NH_4^+), нітрати (NO_3^-), нітрити (NO_2^-), фосфати (PO_4^{3-}), залізо загальне ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$), марганець (Mn), АПАР, нафтопродукти.
	2	р. Біла Тиса – с. Розтоки	

*Складено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ, БУВР р. Тиса та Закарпатської ДЕІ

Як результат, режим, програми спостереження та технічне забезпечення відрізняються, що в свою чергу ускладнює вивчення гідроекологічних станів поверхневих вод. Тому для даного дослідження гідроекологічних станів вод Тиси було використано гідрохімічні дані з

пунктів моніторингу Басейнового управління водних ресурсів р. Тиса (БУВР р. Тиса) за період 1994–2018 рр., за винятком пункту р. Тиса (с. Ділове), в межах якого спостереження велись впродовж 2001–2014 рр., Державної екологічної інспекції у Закарпатській області (Закарпатська ДЕІ) – за період 2007–2011 рр. Гідрологічний режим річок у межах Рахівського району проаналізовано за даними гідропостів Закарпатського обласного центру з гідрометеорології (Закарпатський обласний ЦГМ) за період 1946–2018 рр.

Станом на 2018 рік у межах Рахівського району функціонують 6 пунктів моніторингу: 4 пункти БУВР р. Тиса та 2 транскордонні пункти Закарпатської ДЕІ (рис. 1.3). Пункт моніторингу р. Тиса – с. Ділове (нижче впадіння р. Вішеу) під впорядкуванням БУВР р. Тиса функціонував впродовж 2001–2014 рр.

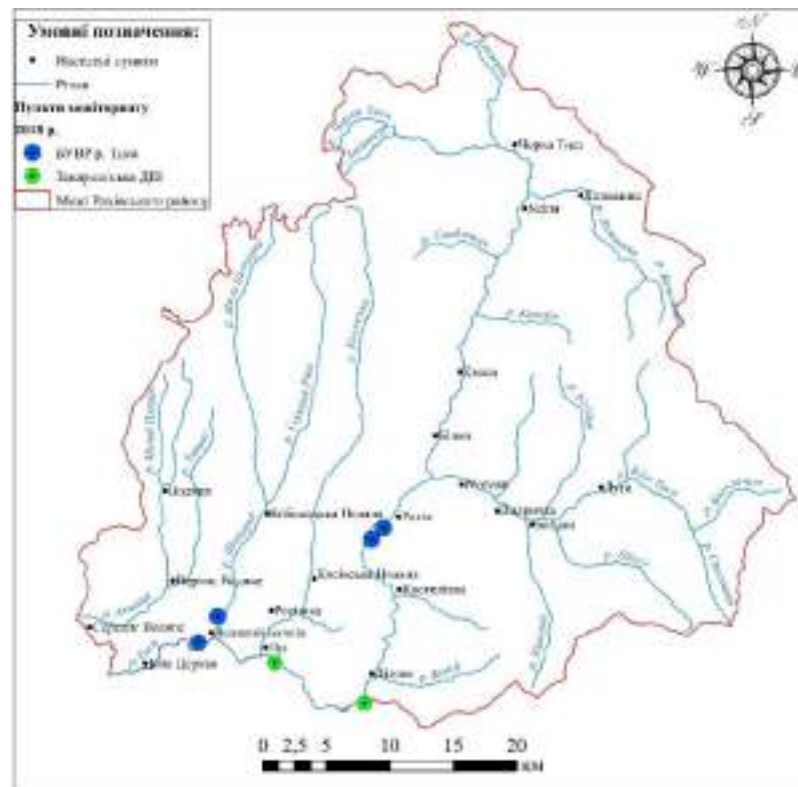


Рис. 1.3. Діючі пункти моніторингу якості вод на р. Тиса у 2018 р.
(укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса та Закарпатської ДЕІ)

Для вивчення режимних ознак та впливу на гідроекологічні стани приток річки Тиса в межах Рахівського району, нами додатково проведено сезонні гідрохімічні зйомки впродовж 2016–2018 рр. у 8-ми точках відбору

проб загальною кількістю 35 проб (табл. 1.6). Відбір проб здійснено з дотриманням чинних нормативних документів [95], а аналіз проведено у лабораторії моніторингу вод БУВР р. Тиса. Таким чином аналіз гідроекологічних станів річки Тиса та її приток у межах Рахівського району здійснено за даними 13-ти пунктів (точок) відбору проб. Таку кількість вважаємо оптимальною для аналізу чинників впливу на якість вод р. Тиса та її приток в межах української частини басейну до гирла р. Шопурка, а також визначення сезонних і багаторічних змін гідроекологічних станів.

Таблиця 1.6

Ділянки відбору проб води та параметри, розглянуті в даному дослідженні*

Річка–пункт	Час відбору проб	Параметри
1. р. Чорна Тиса (сmt Ясіня)	26.11.2016 29.04.2017 29.08.2017 18.11.2017 27.01.2018	Завислі речовини, прозорість, кольоровість, запах, рН, кальцій (Ca^{2+}), магній (Mg^{2+}), сульфати (SO_4^{2-}), хлориди (Cl^-), гідрокарбонати HCO_3^- , жорсткість, сухий залишок, БСК ₅ , ПО, ХСК, розчинений кисень (O_2), амоній (NH_4^+), нітрати (NO_3^-), нітрити (NO_2^-), фосфати (PO_4^{3-}), фосфор ($\text{P}_{\text{заг.}}$), залізо ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$), марганець (Mn), мідь (Cu), хром ($\text{Cr}_{\text{заг.}}$), цинк (Zn), свинець (Pb), АПАР, нафтопродукти.
2. р. Чорна Тиса (с. Білин) 3. р. Біла Тиса (с. Розтоки)	16.09.2016 29.04.2017 29.08.2017 18.11.2017 27.01.2018	
4. р. Чорна Тиса (вище с. Чорна Тиса) 5. р. Чорна Тиса (с. Кваси) 6. р. Лазещина (сmt Ясіня) 7. р. Косівська (с. Луг) 8. р. Шопурка (сmt Кобилецька Поляна)	29.04.2017 29.08.2017 18.11.2017 27.01.2018	

*Складено автором за матеріалами власних польових досліджень

Мінливість гідрохімічних показників зумовлена також гідрологічним режимом досліджуваних водотоків, тому нами проаналізовано гідрологічні спостереження на річках Рахівського району. Як і у випадку з гідрохімічним моніторингом, гідрологічний моніторинг охоплює різні часові періоди, впродовж яких змінювались також і гідропости. Так, найбільшу кількість безперервних гідрологічних даних за рівнем води маємо на гідропостах річки Тиса (м. Рахів та сmt Великий Бичків) за період 1946–2018 рр., за витратами води – гідропост р. Тиса – м. Рахів за період 1947–2018 рр. та за витратами наносів – гідропост р. Тиса – м. Рахів за період 1951–2017 рр.

Висновки до розділу 1

Гідроекологічна оцінка якості річкових вод – це важлива складова конструктивно–географічного аналізу річково-басейнових геосистем. Завдання гідроекологічної оцінки полягає у визначенні інтегрального параметру якості вод (категорії, класу, стану). Конструктивною особливістю даного дослідження є покомпонентний аналіз гідрохімічних показників та їх режиму, зумовленого системою природних та антропогенних чинників впливу, що дозволяє краще зрозуміти механізм формування гідроекологічних станів вод, їх сезонної мінливості та багаторічної динаміки.

Методика гідроекологічних досліджень річок передбачає використання широкого спектру показників та інтегральних параметрів. Для кращої інформативності та порівняльного характеру досліджень, нами обрані методи гідрохімічного індексу забрудненості вод (ІЗВ) та інтегрального екологічного індексу (ІЕ). Враховуючи транскордонний характер ділянки річки Тиса, зокрема і в межах досліджуваної території, важливо оцінити гідроекологічні стани з використанням європейських стандартів. Для цього обрано систему оцінки якості вод, запропоновану Міжнародною комісією із захисту річки Дунай (МКЗРД).

Дослідження гідроекологічних станів басейну Тиси включали системний аналіз параметрів гідрологічного режиму вод Тиси та її допливів у межах Рахівського району за даними Закарпатського обласного ЦГМ (7 пунктів) та аналіз гідрохімічного режиму на основі даних БУВР р. Тиса (5 пунктів) та Закарпатської ДЕІ (2 пункти). Вважаємо, що така кількість пунктів моніторингу є недостатньою для визначення усіх чинників формування гідроекологічних станів басейну Тиси, вивчення режимних ознак та впливу приток. Тому нами обрано 8 модельних ділянок, у межах яких здійснено сезонні гідрохімічні зйомки впродовж 2016–2018 рр.

Результати досліджень опубліковані автором у працях [164, 371].

РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ ПРИРОДНИХ УМОВ І АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ СТАНИ БАСЕЙНУ РІЧКИ ТИСА

Верхів'я басейну річки Тиса в межах Рахівського району має складну морфометрію, оскільки територія розташована в межах Чорногірського та Свидовецького гірського масивів, Рахівських гір, Ясінянської улоговини та частина Солотвинської улоговини, що розділені між собою густою гідрографічною мережею (рис. 2.1).

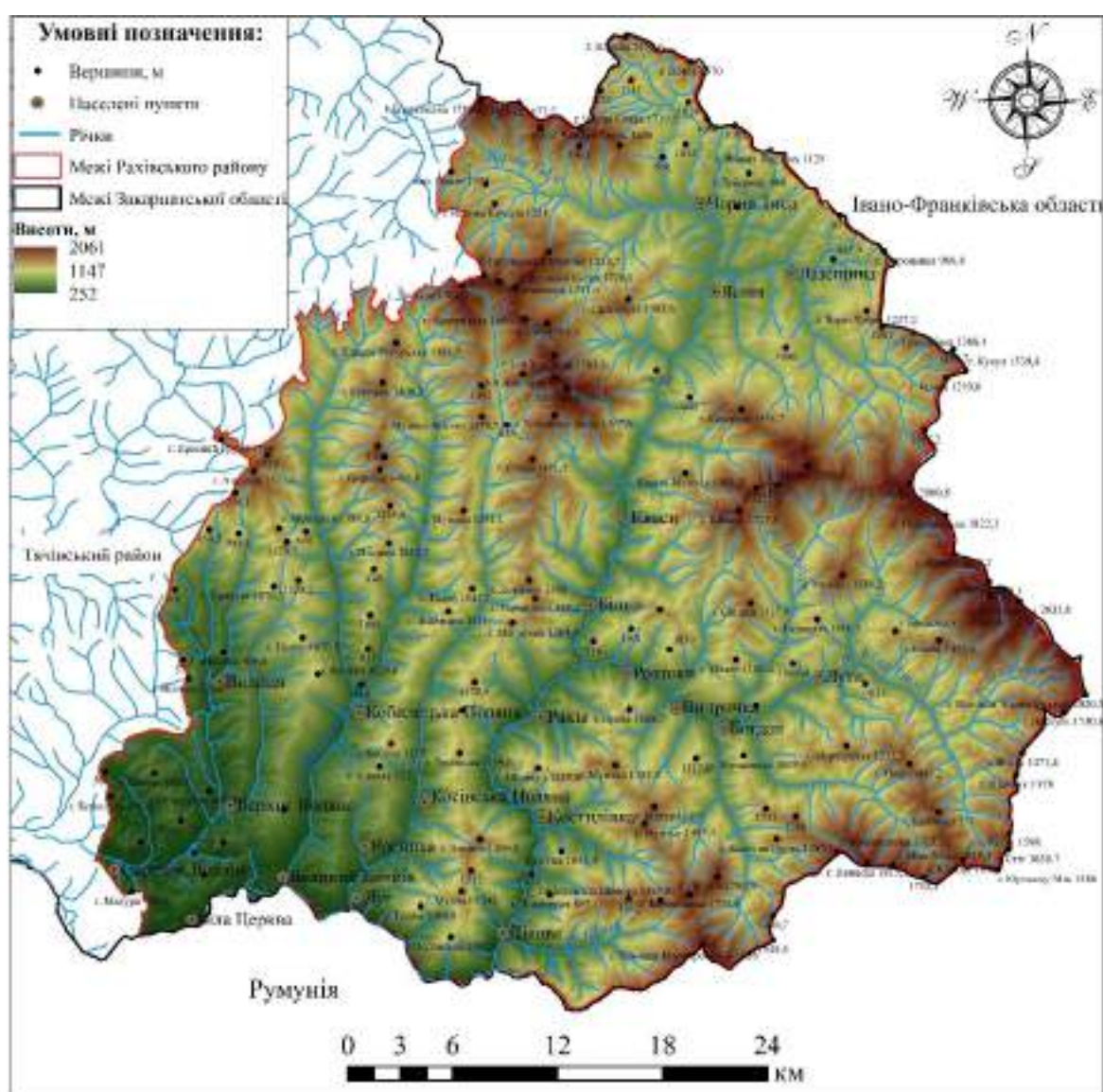


Рис. 2.1. Рельєф Рахівського району (укладено автором на основі топографічних карт масштабом 1:25 000)

Територіальна диференціація природних умов Рахівського району та різноманіття морфоструктур дозволили класифікувати ряд фізико-географічних одиниць з використанням структурного принципу [67] та провести фізико-географічне районування території Українських Карпат [185, 339], яке згодом було вдосконалене Міллером Г. П. та Федірком О. М. [188, 344] та деталізоване Мельником А. В. [187].

Згідно районування Г. Міллера та О. Федірка (1990) територія Рахівського району розташована в межах Гірськокарпатського округу та включає в себе 6 областей. Подальший поділ на фізико-географічні райони та підрайони за класифікаціями згаданих авторів дещо відрізняється за кількістю виділених одиниць районування (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Фізико-географічне районування території Рахівського району*

№	За Г. Міллером та О. Федірком (1990)	За Мельником А.В. (1999)
1.	Високогірно-полонинська область. Райони: Чорногірський та Свидовецький.	Високогірно-полонинська область. Свидовецько-Чорногірський район. Підрайони: Братківський, Свидовецький, Чорногірський.
2.	Область високогірно-полонинського ядра. Мармароський район.	Область високогірно-полонинського ядра (Рахівсько-Чивчинська). Рахівсько- Чивчинський район. Підрайони: Косівсько-Полянський, Івано- Мармароський.
3.	Середньогірно-полонинська область. Стіг-Плайський район.	Середньогірно-полонинська область (Полонинська). Стіг-Плайський район. Підрайони: Апецьківський, Стізький.
4.	Міжгірно-верховинська область. Улоговинний район.	Міжгірно-верховинська область (Вододільно-верховинська). Міжгірно- улоговинний район (Улоговинний). Підрайони: Ясінянський, Плоскінський.
5.	Низькогірно-стрімчакова область. Угольський район.	Низькогірно-стрімчакова область (Міжгірських улоговин і Стрімчакових гряд). Угольський район. Підрайони: Калинівський, Великобичківський.
6.	Горбогірно-улоговинна область. Верхнє- Тисенський район.	Горбогірно-улоговинна область (Солотвинської або Верхньотисенської улоговини). Солотвинський (Верхньотисенський) район. Солотвинський підрайон.

*Складено автором за матеріалами [187, 344]

2.1. Геологічна та геоморфологічна будова

Згідно тектонічної карти Закарпаття [109], територія Рахівського району розташована в зоні Флішових Карпат та Мармароського масиву. Власне у Флішових Карпатах на території району виділяють Кросненську зону, Чорногірський, Дуклянський, Поркулецький та Рахівський покриви, які перекриті геологічними породами віком від протерозойської до кайнозойської ери [69, 87, 272].

Кросненська зона в межах Рахівського району займає північну частину, а саме верхів'я Чорної Тиси до злиття з Лазещиною. Зона ще з олігоценової епохи має депресивну будову та нечіткий покривний характер. Тонкоритмічні флішові товщі формують дрібні складки у формі окремих лусок з переважанням північно-східного напрямку.

Північно–східну частину Рахівського району займає Чорногірський покрив, в якому виділяють такі підзони як Яловичорська (внутрішня) – це ряд дрібних вузьких лусок та Скупівська (зовнішня) – пологозалягаюча монокліналь [28]. Головний хребет – від гори Говерла до Піп Іван Чорногірський, а також хребти Шпиці та Смотриць складені чорногірськими пісковиками та конгломератами третинного віку крейди у формі синкліналей. Нижчі хребти мають моноклінальну будову, стрімкі північно-східні схили й пологі південно-західні.

Поркулецький покрив простягається з північного-заходу на південний-схід через всю центральну частину Рахівського району. Чітка покривна будова добре виражена на Петроському тектонічному напівостанцеві, де з фронтальної частини спостерігаємо трасування тектонічними відторженнями карбонатних порід в поєднанні з ефузивами. Для східної частини покриву так званої Білотисенської ділянки характерним є загальне підняття [87]. Окремо виділена Поркулецька зона, в формі півострова розділяє Дуклянський покрив у напрямку Чорногори. У її насуві

знаходиться лише масив Петроса, що сформований із конгломератів та грубошаруватих пісковиків чорногірської формації [267].

Рахівський покрив (Рахівська зона) простягається вузькою смугою (до 5 км) від українсько-румунського кордону в північно-західному напрямку. Покрив складений з темного теригенно-карбонатного флішу крейдового періоду у формі складок. Відклади рахівської світи змінюються піскуватоглинистими породами буркутської світи (грубо- і середньшаруваті слюдисті сірі вапнисті пісковики, сірі і темно-сірі аргіліти та алевроліти). Відклади рахівської та буркутської світ часто прориваються тілами діабазів, габродіабазів і порфіритів. Рахівській зоні притаманні елювіальні, делювіальні і колювіальні відклади.

Мармароський масив і зона Мармароських стрімчаків займають південно-західну частину Рахівського району від Рахівського покриву до кордону з Румунією. Внутрішня структура Мармароського масиву покривна. У покривоутворенні беруть участь і породи кристалічного фундаменту. У межах масиву виділяють Білопотоцький та Діловецький покриви. В основі першої залягають породи білопотоцької світи, які перекриваються верхньопалеозойськими та мезозойськими відкладами. Діловецький покрив – це пласт метаморфічних товщ, що перекриті верхньопалеозойськими і тріасюрськими відкладами і насунуті на Білопотоцький покрив [147].

Дуклянський покрив, в межах Рахівського району, простягається вузькою смугою, що розділена півостровом Поркулецького покриву. Складається зі скиб з флішовими відкладами крейдового віку, насунутих в північно–східному напрямку. Межа між крейдою і палеогеном у Поркулецькому та Дуклянському покривах проходить в межах потужної товщі чорноголовських пісковиків. Більш молоді відклади еоцену включають строкаті та зеленуваті тонкоритмічні товщі й горизонти пісковиків. Дуклянський покрив представлений шипотською, поркулецькою, яловичорською та чорноголовською світами [152].

Виходячи з геоструктурних умов та гідрогеологічних особливостей, Рахівський район розташований у межах Закарпатської водоносної системи, якій відповідає Закарпатський внутрішній прогин та Карпатської водоносної системи, що приурочена до гірської системи Карпат (у межах України). Водоносні горизонти району різняться в залежності від умов залягання водоносних шарів, живленням та розмивними характеристиками. Глибина їх залягання коливається в середньому в межах 9–20 м, а води, переважно, безнапірні.

В межах району розвинені водоносні горизонти в четвертинних палеогенових крейдових відкладах Українських Карпат. В середині та нижче палеогенових відкладів води також приурочені до шарів піщаників у товщі сланців. Ці води широко використовуються для пиття та господарських потреб. До алювіальних відкладів річкових долин приурочені гідрокарбонатні води, які відіграють важливу роль у живленні річок території дослідження, з переважанням під час зимової та літньої межени. Ці води широко використовуються для пиття та господарських потреб. Горизонт перекритий шарами глини та суглинків.

Пологий рельєф південно-західної частини території дослідження, що відноситься до Солотвинської улоговини, зумовлює накопичення ґрунтових вод, а наявність у корінних породах пісковиків, підстелених глинами сприяє утворенню горизонтів пластових вод.

Дренування високомінералізованих вод і вуглекислоти та їх змішування з прісними водами у приповерхневошму шарі можуть формувати різні за гідрохімічним типом і ступенем мінералізації води. Так, у межах досліджуваного району помічено багато виходів мінеральних вод у межах буркутської світи в басейнах річок Біла Тиса, Чорна Тиса та Шопурка. Мінералізація вод коливається у межах 0,4–3,4 г/дм³, часто зі значним вмістом сірководню (1–2 мг/дм³) та заліза (до 8 мг/дм³) [186].

Геоморфологічно Закарпатська область розташована в межах Карпато–Балканської країни провінції Східні Карпати. В межах Рахівського району можна виділити наступні геоморфологічні області та райони: Верховинська область: район Горганська Верховина; Полонинська область: Свидовецький та Чорногірський райони; Мармароська область: Рахівський та Стрімчаковий райони [108, 109].

Пункти гідрохімічного моніторингу вод р. Тиса та р. Шопурка, дані з яких взяті за основу дослідження, розташовані в межах Рахівського геоморфологічного району Мармароської області, вод р. Чорна Тиса та р. Біла Тиса – Чорногірського району Полонинської області. Тимчасові точки відбору проб води з річок Шопурка, Косівська, Біла Тиса та Чорна Тиса, які були здійснені нами впродовж 2016–2018 рр. також знаходяться в межах наведених вище геоморфологічних районів та областей за винятком двох точок відбору проб вод р. Чорна Тиса (вище с. Чорна Тиса та нижче смт Ясіня) та р. Лазещина (сmt Ясіня), що у межах Ясінянської улоговини Верховинської геоморфологічної області.

На території Рахівського району досить поширені такі негативні фізико-географічні процеси та явища, як зсуви, осипища, обвали, денудація, водна ерозія, селі, паводки, лавини тощо. Географія поширення цих процесів зумовлена в першу чергу переважанням гірського рельєфу та відповідними кліматичними умова, а тому охоплює практично всі геоморфологічні райони в межах досліджуваної частини басейну Тиси. Проте найбільший вплив на гідрохімічні показники якості вод, зокрема у верхів'ї Чорної Тиси, Білої Тиси та Лазещини можуть здійснювати зсуви, селі та часті паводки, які несуть з собою значні об'єми твердого стоку (грунту) насиченого залізом (Fe), марганцем (Mn) та важкими металами міді (Cu), цинку (Zn), хрому (Cr), свинцю (Pb). До того ж підняття рівня вод під час паводків, а також сходження зсувів та селі збільшують стік наносів, а відтак впливають на

показники мутності, прозорості вод, вмісту біогенних речовин та кисневий режим поверхневих вод досліджуваних річок.

2.2. Кліматичні умови

Особливості кліматичних умов Рахівщини зумовлені в першу чергу неоднорідністю рельєфу, так як дана територія є найвищою в Україні, за винятком південно-західної частини району. Наявні тут гірські масиви Свидівця, Черногори, Рахівських та Мармароських гір виступають у ролі бар'єрів для повітряних мас. Саме вони зумовлюють режим зволоження території, а відтак і рівневий режим водотоків (паводковий та меженний), рівень ґрунтових вод та прояв ерозійних та селевих процесів.

На формування погоди Рахівського району впливають надходження помірних, арктичних і тропічних повітряних мас. Вузькі річкові долини та гірські хребти визначають напрям руху повітряних мас, за винятком висот понад 1 200 м [35].

У межах Рахівського району лише одна метеостанція «Рахів» (м. Рахів) відслідковує усі важливі гідрометеорологічні показники території досліджень, і щоб краще розглянути особливості умов зволоження даної території додамо дані зі сніголавинної станції «Пожижевська», що розташована на полонині гори Пожижевська. Для порівняння, висота станції «Пожижевська» 1 550 м н.р.м., а метеорологічної станції «Рахів» – лише 531,17 м н.р.м. [112].

Загальновідомо, що температурний режим змінюється з висотою, а в гірських районах, в тому числі й у верхів'ї Тиси ізотерми часто повторюють хід ізогіпс, що безумовно вказує на визначальний вплив орографії на клімат даної місцевості. Середня річна температура повітря в долині Тиси в межах Рахівського району від +5°C до +7°C, а на високогір'ї +3°C, найхолоднішого

січня 5–6°C нижче нуля, самого теплого червня – 15–16°C вище нуля, на високогір'ї до +11°C (рис. 2.2) [83].

Річний хід температури повітря Рахівського району помірно-континентальний, а середньорічні температури повітря коливаються в діапазоні від 4° С на рівнинній частині району і до 0,6°C у верхів'ї. Найвищі середньомісячні температури характерні для липня +18,0°C, найнижчі – для січня – 4,7°C [112].

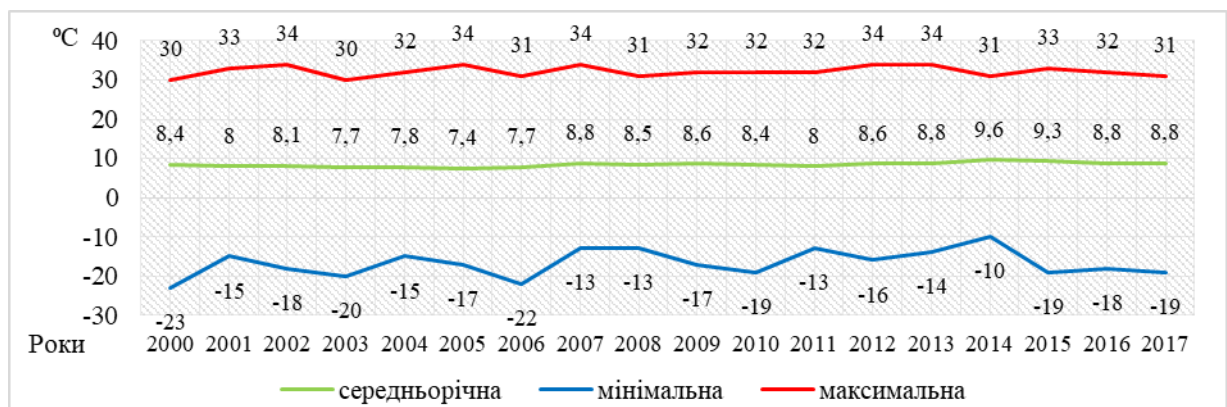


Рис. 2.2. Динаміка середньорічних, мінімальних та максимальних температур повітря у м. Рахів за період 2000–2017 рр. (укладено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ)

Фізико-географічні умови території Рахівського району, рельєф, значний відсоток заліснення території та інші чинники забезпечують високу вологість повітря. В середньому за рік вологість повітря над Карпатами підвищена і становить близько 80 %. Коефіцієнт зволоження території становить 1,32–1,43. Середня річна кількість опадів на території району змінюється від 900 мм до 1400 мм і більше, за винятком високогір'їв, де річна сума опадів більше 1600 мм [83].

Територіальний розподіл опадів залежить від висоти місцевості [83]. Так за даними гідропоста у селищі Великий Бичків за 2017 рік випало 993,9 мм опадів, що на 452,1 мм менше, ніж у Рахові та на 752,1 мм менше, ніж на горі Пожижевська (Чорногірський хребет) (рис. 2.3). За період 2013–2017 рр. річна сума опадів в долині Тиси в межах Великого Бичкова в

середньому на 48 % менша, ніж на Чорногорі (басейн Лазещини та Білої Тиси). Найбільша кількість опадів впродовж року припадає на весняно–літній період, це 53 %, що зумовлює повноводність рік впродовж весняної повені та літніх паводків. Висока водність є також наслідком танення снігів, адже в середньому 23% опадів випадають впродовж зимового періоду (рис. 2.4).

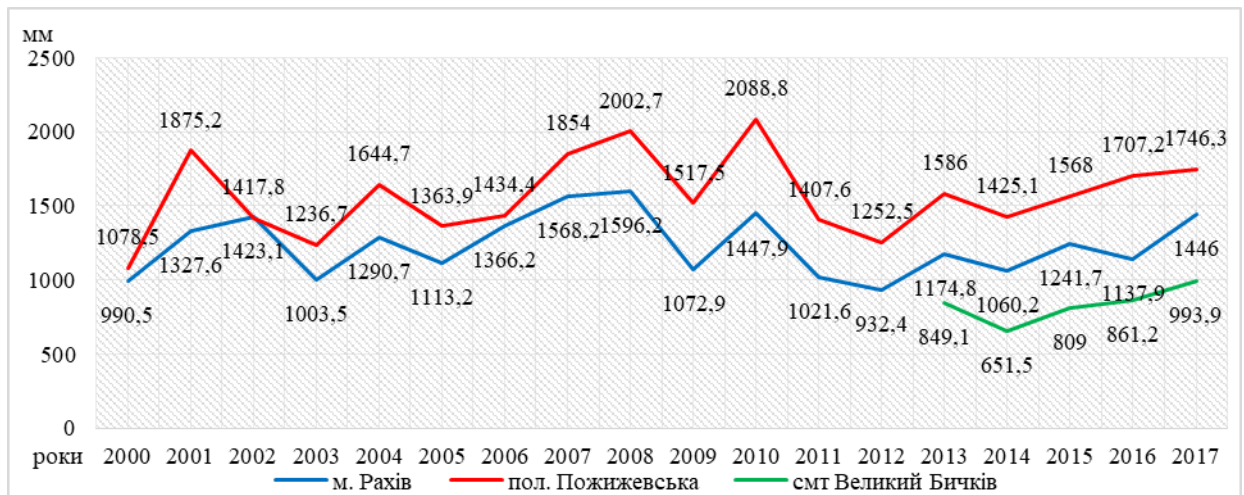


Рис. 2.3. Динаміка суми опадів за період 2000–2017 рр. (укладено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ)

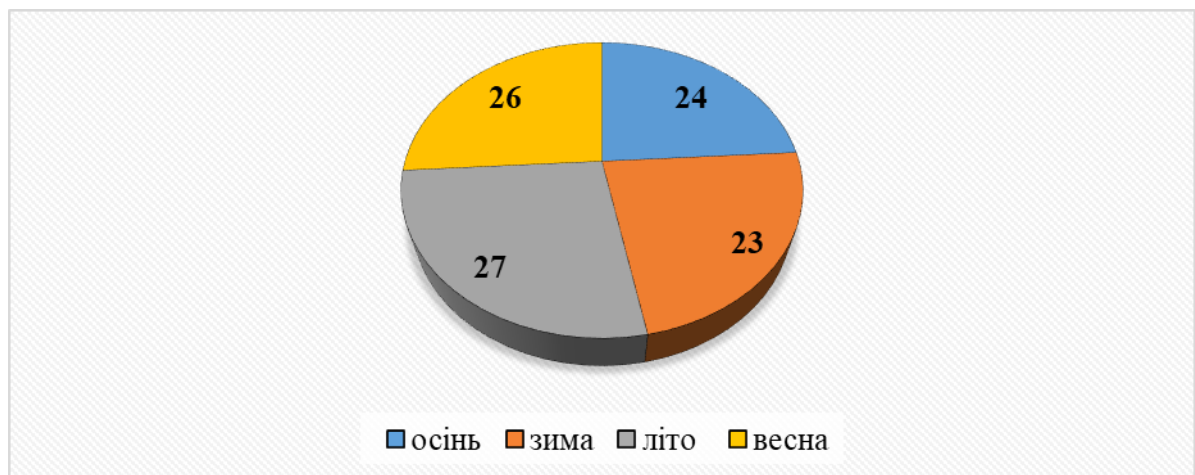


Рис. 2.4. Сезонний розподіл опадів у м. Рахів за період 2000–2017 років, % (укладено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ)

Талі снігові та дощові води є чинниками, які впливають на показник мінералізації вод, насичення киснем, вміст заліза та марганцю, цинку та

свинцю, які вимиваються з ґрунтів та гірських порід. Поверхневий стік із сільськогосподарських угідь в заплавах річок басейну Тиси впродовж весняно-літніх паводків зумовлює також підвищення вмісту азотовмісних сполук та фосфатів, за рахунок внесених добрив та змиву побутових відходів з берегів річок. Так результати аналізів проб вод, відібраних у серпні 2017 року після проходження опадів у смт Ясіня (р. Чорна Тиса), с. Білин (р. Чорна Тиса) та с. Розтоки (р. Біла Тиса) показують підвищення мінералізації вод, збільшення концентрацій марганцю, цинку та азотовмісних сполук, а також зменшення кількості розчиненого кисню.

Сніговий покрив у горах встановлюється на початку листопада, де лежить майже п'ять місяців. Найбільша висота снігового покриву у кінці січня та в першій половині лютого у висотній зоні (800–1000 м) досягає 150–200 см, в долинах – 70–80 см [112].

2.3. Гідрологічні умови

2.3.1. Гідрографічна характеристика території досліджень

Річка Тиса є основною водною артерією Рахівського району. Вона бере свій початок від злиття річок Чорна Тиса та Біла Тиса вище міста Рахів на висоті 460 м над рівнем моря. Розчленованість рельєфу в межах Рахівського району в середньому 1,7 км/км² [279]. Тиса є найбільшою притокою Дунаю за площею, що складає 157 186 км² (19,2 % площі басейну р. Дунай) та довжиною 966 км відповідно. Водозбір р. Тиса формується на території чотирьох держав: Румунії – 51%, України – 25,6 %, Угорщини – 10 % та Словаччини – 13,4 %. Ділянка дослідження відноситься до Верхньої Тиси (від витoku р. Чорна Тиса до смт Великий Бичків, що на 0,1 км нижче гирла р. Шопурка) [210, 214]. Довжина Тиси в межах Рахівського району складає 51,4 км, з яких 27,1 км є державним кордоном між Україною та Румунією. Даний факт безумовно підтверджує важливість вивчення гідрологічних особливостей території транскордонного значення.

Частина басейну Тиси у межах Рахівського району складається з суббасейнів таких річок як Шопурка, Косівська, Чорна Тиса та Біла Тиса, а також з частини басейну річки Апшиця та самої Тиси (рис. 2.5). Найбільшими структурними одиницями є басейни Чорної Тиси та Білої Тиси, які у відсотковому відношенні займають 30 % та 26 % площі району відповідно.



Рис. 2.5. Гідрографічна мережа р. Тиса в межах Рахівського району
(укладено автором на основі топографічних карт масштабом 1:25 000)

Таблиця 2.2
Основні морфометричні характеристики річок Рахівського району*

Назва річка	Куди впадає	Довжина	Площа	Похил
Чорна Тиса	Тиса	49	567	19
Лазещина	Чорна Тиса	21	159	40
Біла Тиса	Тиса	28	489	10
Тиса	Дунай	51,4/265**	1700/12777**	3,6/1,4**
Косівська	Тиса	41	157	30
Шопурка	Тиса	41,4	286	26

*Складено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ

** у межах Рахівського району / у межах Закарпатської області

Для аналізу гідрологічних умов річки найважливішими є показники середніх річних витрат води, внутрішньорічного розподілу стоку, максимальних і мінімальних витрат води, а також аналіз коливань водності.

2.3.2. Аналіз багаторічної та сезонної динаміки витрат води

В умовах гірського рельєфу території Рахівського району на формування річкового стоку Тиси та її приток визначальний вплив мають кількість опадів, геологічна будова, розчленованість поверхні, велика крутизна схилів та невелика акумуляційна здатність водозборів [68]. Як показує дослідження [229], середній річний стік впродовж останніх десятиліть має тенденцію до збільшення.

Зміни гідрології річок, зокрема таких параметрів водного режиму як рівень води, швидкість течії, внутрішньорічний розподіл стоку, джерел живлення призводять до коливань хімічного складу вод. Сезонні та багаторічні зміни гідрологічного режиму впливають на мінералізацію вод, концентрації головних іонів, важких металів, біогенних речовин тощо.

Для річок Рахівського району, як і загалом для більшості Карпатських рік, характерним є паводковий режим. Значна кількість паводків впродовж року зумовлена інтенсивними опадами в теплий період (травень-жовтень), таненням снігу під час зимових відлиг, а також загальним таненням снігу, який часто супроводжується весняними дощами [43, 346].

Як правило, чітко виділити весняне водопілля на річках гірського типу досить важко. Аналізуючи період 1981–2016 рр., можемо виділити деякі роки, що характеризуються чітким високим весняним водопіллям та низькими паводками (1986, 2000, 2002, 2013 рр.); незначними водопіллями та різкими паводками (1997, 1998, 2001, 2003, 2008, 2014, 2015 рр.); чергуванням впродовж року однаково високих паводків (1985, 1987, 2004, 2011, 2016 рр.) (рис. 2.6).

Весняне водопілля починається в другій половині березня – на початку квітня, супроводжуючись активним таненням снігового покриву, а іноді активним випаданням дощів. З урахуванням цього водопілля на річці Тиса та її притоках у межах Рахівського району може проходити у декілька етапів. При високих водопіллях рівень води може підніматись на 150–200 см/добу, при низьких – 5–15 см/добу. За даними гідропоста р. Тиса (м. Рахів) за період 1950–2016 рр. зафіксований найвищий рівень вод 05.03.2001 р. становив 575 см. Весняний період характеризується підвищеними рівнями вод навіть у середні за водністю роки (рис. 2.7)

У багатоводні роки кількість паводків сягає 10–14, більшість з яких припадає на теплий період року. Середня інтенсивність підняття рівня води може сягати 0,3–0,9 м/добу, максимальна – більше 2,5 м/добу. Найбільш катастрофічні паводки припадають на літньо-осінній період, що обумовлено інтенсивним проходженням дощів. Зимові рівні води на річці Тиса та її притоках малостійкі, що зумовлено частими відлигами та дощами. При цьому можуть виникати паводки з інтенсивним підняттям рівня вод від 0,8–1,5 м/добу до 2,2 м/добу. Аналізуючи рівневий режим вод річок Рахівського району можна стверджувати, що максимальні підняття рівнів зумовлені інтенсивними дощами впродовж літньо–осіннього періоду та високим весняним водопіллям. Упродовж осені спостерігається підвищення рівня вод, яке може тривати до зими. В окремі роки значні підняття рівнів супроводжувались катастрофічними паводками, як от у листопаді 1998 р., коли за даними гідропосту на р. Тиса (м. Рахів) зафіксовано показник рівня вод 500 см та березні 2001 р. – 575 см, при середньому 204 см (за період 1950–2017 рр.) (рис. 2.8). Мінімальні рівні вод спостерігаємо за умов низької літньо–осінньої межені та незначного весняного водопілля. Варто зауважити, що амплітуда коливань рівнів по постах Рахівського району змінюється від 3,1 м до 6,8 м (табл. 2.3).

Гідрологічні пости на річках Рахівського району мають однорідні ряди спостережень за рівнями води, але після проходження катастрофічних паводків гідропости переносили та змінювали відмітки. Так, для усунення від'ємних значень рівнів води з 1.01.1982 р. знижено відмітки нулів графіків у смт Ясіня, м. Рахів та с. Косівська Поляна. Попри те, розчищення та поглиблення русла, будівництво гідротехнічних споруд і забір алювіальних відкладів також негативно впливають на однорідність рядів.

Таблиця 2.3

Характерні рівні води на діючій мережі спостережень у басейні р. Тиса в межах Рахівського району*

Річка–пост	Період, роки	Відмітка «0» графіка, м БС	Серед. багато річний	Максимальний рівень		Мінімальний рівень	
				см	дата	см	дата
Чорна Тиса – смт Ясіня	1947–2018	648,5	86,4	400	05.11.1998	-57	5–7.11.1979
Біла Тиса – с. Луги	1947–2018	602,05	41,9	264	13.05.1970	-47	05.03.2013 14– 17.09.2016
Косівська – с. Косівська Поляна	1963–2018	406,77	41,6	315	05.03.2001	-29	30.09– 03.10.2016
Тиса – м. Рахів	1947–2018	431,73	110,03	575	05.03.2001	-23	06.03.1980
Тиса – смт Великий Бичків	1946–2018	294,78	120,9	632	27.07.2008	-46	23.05.2018

*Складено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ

Як і з показником рівнів вод, так і витрати вод мають однорідний характер рядів спостереження (рис. 2.9). Незначні відмінності зумовлені різницею у кількості опадів, особливостями рельєфу та характером підстильної поверхні. За період 1946–2017 рр. найвищі витрати вод були зафіксовані під час березневої повені 2001 року з максимальним значенням 938 м³/с, в той час як середній багаторічний показник витрат становить лише 25,4 м³/с.

Найбільші середні багаторічні модулі стоку в межах досліджуваної частини басейну Тиси за період 1981–2017 рр. маємо на р. Косівська (с. Косівська Поляна) та р. Шопурка (с. Кобилецька Поляна), що зумовлено великою кількістю опадів та висотою водозборів (табл. 2.4). Варто також відмітити збільшення середніх багаторічних значень витрат води та модуля стоку води у порівнянні з даними попередніх досліджень [229]. Виняток становлять дані гідропостів р. Чорна Тиса (сmt Ясіня) та р. Косівська (с. Косівська Поляна), згідно яких впродовж останніх десятиліть відбувається незначне зменшення середньорічних витрат води та модуля стоку.

Таблиця 2.4

Середні багаторічні витрати води впродовж 1981–2017 рр.*

№	Річка – гідропост	Середні багаторічні значення	
		$Q_{\text{сер}}, \text{м}^3/\text{с}$	$M_{\text{сер}}, \text{л/с км}^2$
1	Чорна Тиса – сmt Ясіня	4,68	24,14
2	Чорна Тиса – с. Білин**	13,1	24,3
3	Біла Тиса – с. Луги	5,25	27,8
4	Біла Тиса – с. Розтоки**	14,5	30,7
5	Тиса – м. Рахів	26,06	24,35
6	Тиса – с. Ділове**	32,7	27,5
7	Косівська – с. Косівська Поляна	4,59	37,65
8	Шопурка – с. Кобилецька Поляна**	8,51	35,5

* Складено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ

** 1981–1988 рр.

Внутрішньорічний режим стоку досліджуваних річок частини басейну Тиси характеризується проходженням паводків в основному з березня по серпень. Проте нерідко паводки спостерігаємо восени та взимку, що ускладнює виділення меж сезонів та гідрологічних періодів [228].

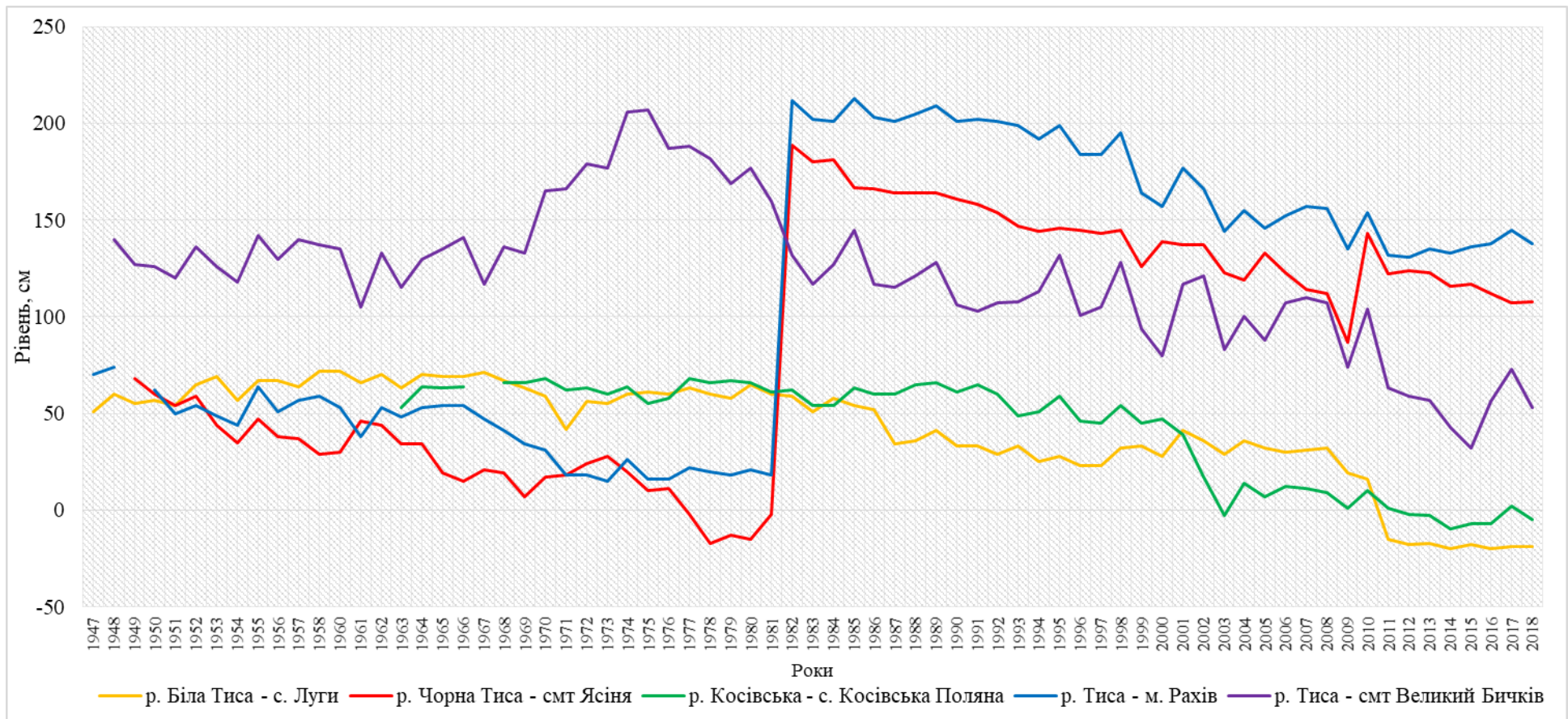


Рис. 2.6. Динаміка середньобагаторічних рівнів води у річках басейну Тиси
(укладено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ)

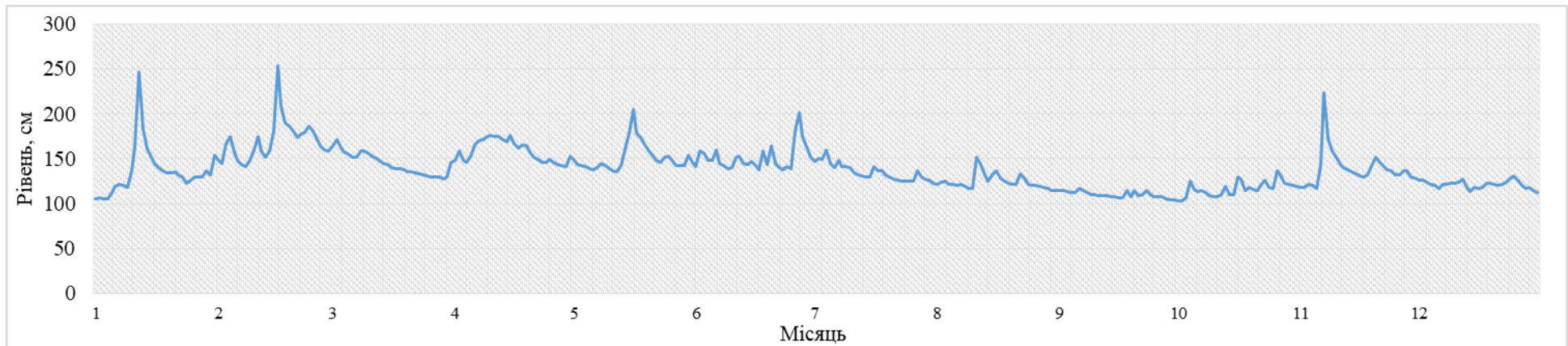


Рис. 2.7. Річна динаміка рівнів вод у р. Тиса (м. Рахів) у середній за водністю 2016 р. (укладено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ)

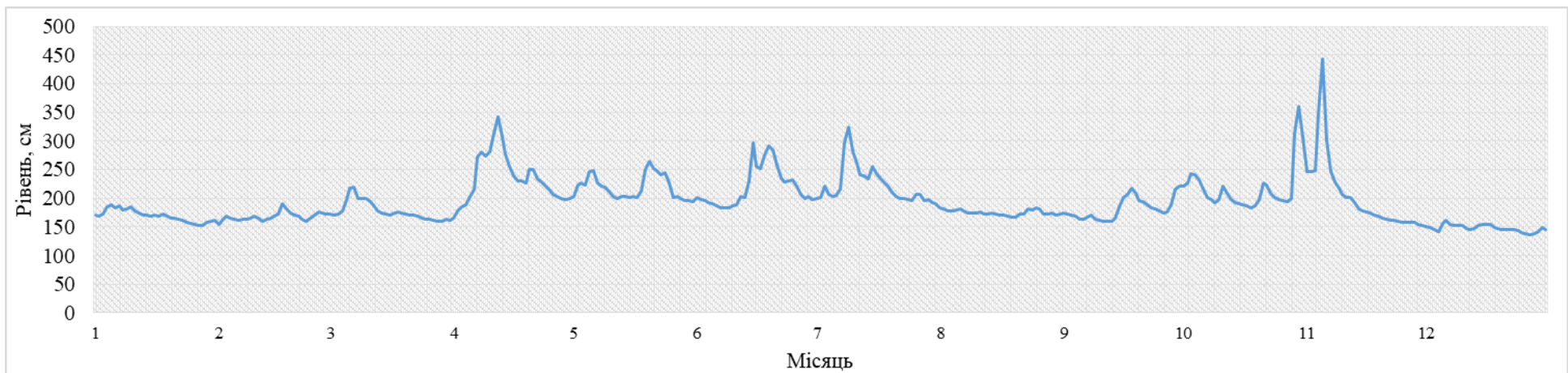


Рис. 2.8. Річна динаміка рівнів води у р. Тиса (м. Рахів) за багатоводний 1998 р. (укладено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ)

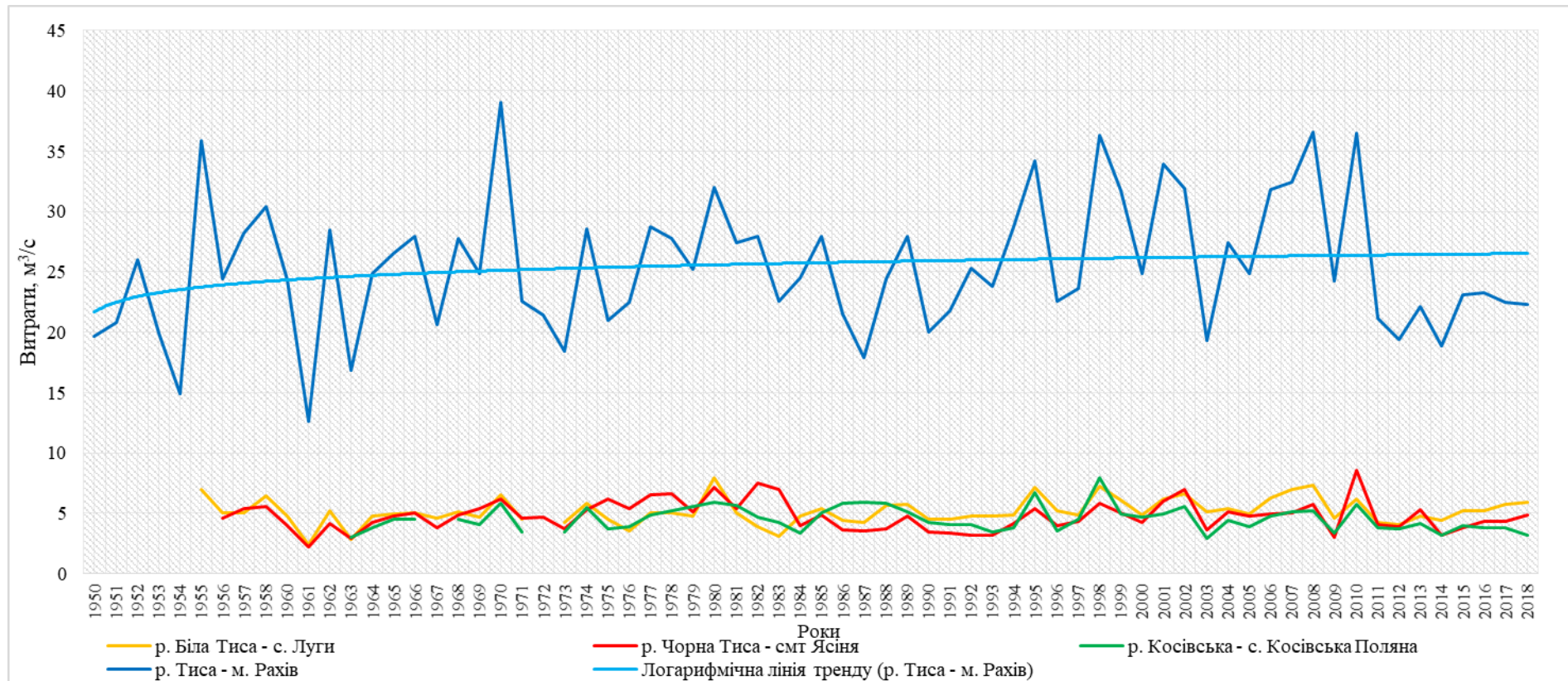


Рис. 2.9. Багаторічна динаміка середньорічних витрат річок басейну Тиси (укладено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ)

Дані Додатків А 1 та А 2 демонструють різницю розподілу стоку впродовж багатоводного та середнього за водністю року, а також унаочнюють складність визначення меж сезонів. Так, впродовж багатоводного 1998 року, за винятком р. Біла Тиса (с. Луги), переважає осінній стік з максимальними значеннями в листопаді. Натомість у 2016 році чітко фіксуємо вирішальну роль весняного водопілля у розподілі стоку. Змінюється також розподіл стоку між теплим та холодним періодами. Так, м'яка зима та паводки впродовж квітня 2016 року зумовили переважання стоку вод впродовж холодного періоду. Впродовж 1998 року можна чітко виділити період зимової межені з найменшими показниками стоку, в той час як впродовж 2016 року бачимо більш рівномірний внутрішньорічний розподіл стоку.

Для проведення сезонних гідрохімічних зйомок впродовж 2017–2018 рр. було враховано зміни гідрологічного режиму Тиси та її приток впродовж року. Щоб врахувати вплив гідрологічних умов на гідрохімічний режим вод Тиси було обрано періоди низької межені влітку 2017 р. та взимку 2018 р., кінець весняного водопілля та кінець літньо-осінньої межені 2017 р.

2.3.3. Аналіз багаторічної та сезонної динаміки стоку наносів

Стік завислих наносів є інтегральним показником, який відображає інформацію не лише про інтенсивність транзитної денудації в басейні гірської річки, але й про якісний склад річкових вод. Каламутність потоку впливає на прозорість води, а отже на інтенсивність насичення її киснем, а також є важливим показником для моніторингу за вмістом у річкових водах важких металів, адже вони швидко адсорбуються до завислих у воді часток і осідають на дно. Отже, спостереження за завислими наносами є вкрай важливими, особливо у басейнах гірських річок [253].

Незадовільною з точки зору повноти інформаційного забезпечення є ситуація з вимірюванням стоку наносів. З працюючих трьох постів на р. Біла

Тиса (с. Розтоки), р. Чорна Тиса (с. Білін), р. Тиса (м. Рахів) залишився лише один пункт спостереження за стоком завислих наносів, а саме на р. Тиса (м. Рахів). Середня багаторічна каламутність за період 1981–2016 рр. становить 60 г/м^3 та змінюється від $22,7 \text{ г/м}^3$ у 1983 році до 147 г/м^3 – у 1998 році. Максимальна каламутність зафіксована під час червневого паводку 2016 року та становила 34 тис г/м^3 . У період між паводками каламутність вод р. Тиса сильно зменшується. До прикладу у 1998 році найнижче середнє значення ставило $8,6 \text{ г/м}^3$, а найвище – 1000 г/м^3 (рис. 2.10).

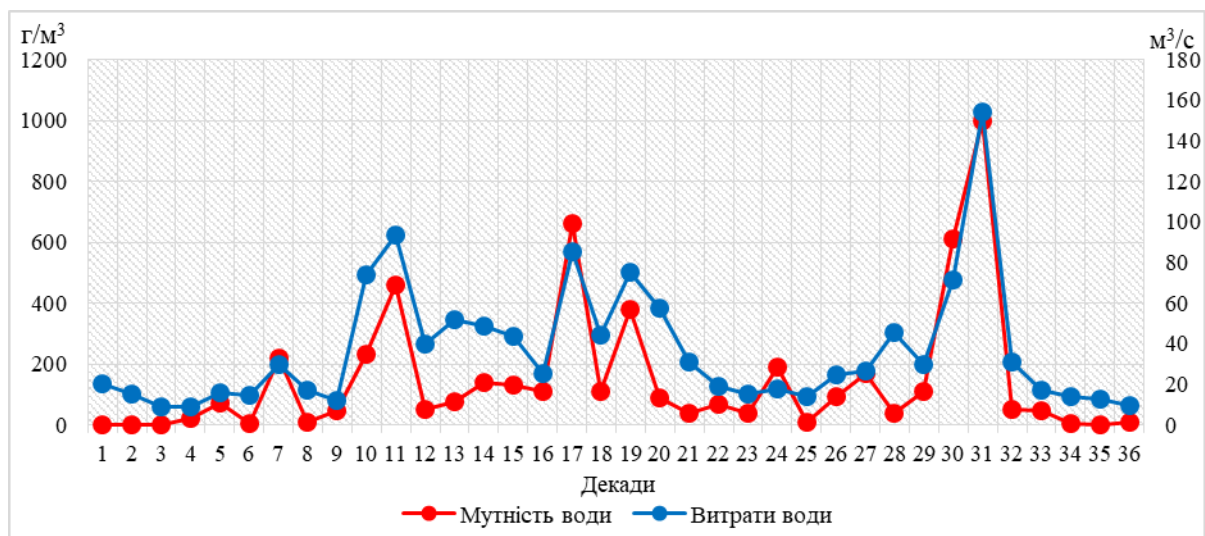


Рис. 2.10. Динаміка значень витрати води та каламутності вод у р. Тиса (м. Рахів) у 1998 р. (укладено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ)

Середня багаторічна витрата наносів за період 1981–2016 рр. становить $3,83 \text{ кг/с}$, коливаючись від $0,68 \text{ кг/с}$ до 18 кг/с . Максимальна витрата завислих та рухомих наносів 3400 кг/с була зафіксована під час червневого паводку 2016 року, який спровокував селеві потоки у верхів'ї р. Біла Тиса. Модуль стоку наносів в середньому за досліджуваний період складає $110,4 \text{ т/км}^2 \text{ рік}$, а в окремі роки досягає $380 \text{ т/км}^2 \text{ рік}$ (1998 р.) та $530 \text{ т/км}^2 \text{ рік}$ (2008 р.). Розподіл стоку наносів впродовж року залежить від гідрологічного режиму річки, а тому найбільш активний прояв спостерігаємо під час зливових

опадів. Але характерною є також ситуація, коли максимум витрат наносів випереджає максимум витрат води, що пояснює особливості змивання твердих частинок.

За досліджуваний період можемо спостерігати тісні зв'язки між середніми річними витратами води та завислих наносів (рис. 2.11). Для середніх річних значень кореляційне відношення (r) дорівнює 0,7.

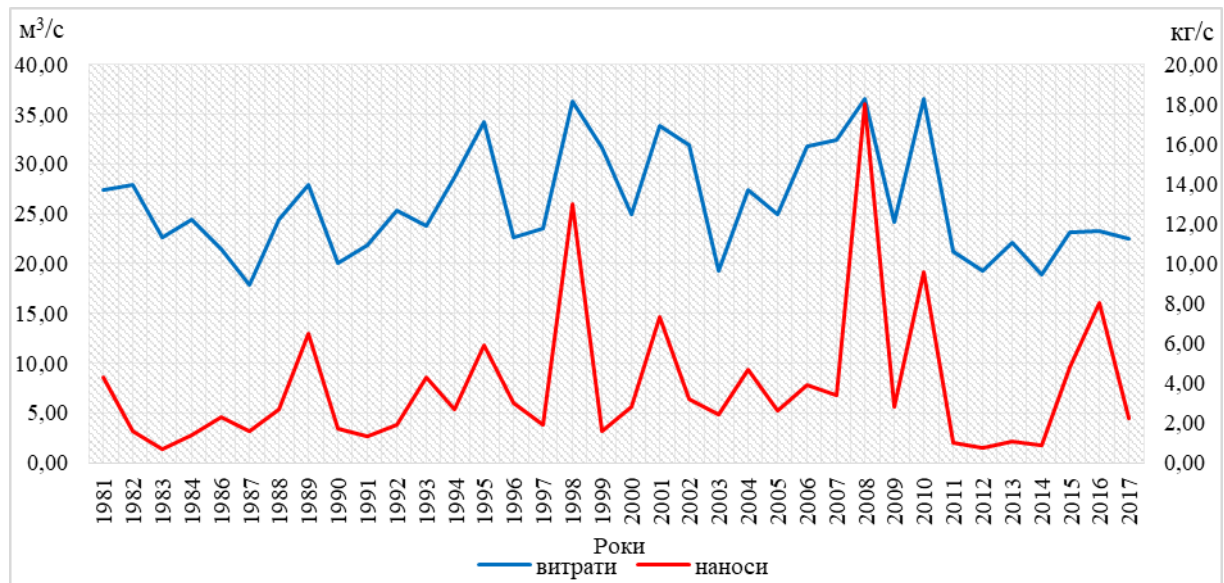


Рис. 2.11. Динаміка середніх значень витрат води та завислих наносів р. Тиса (м. Рахів) впродовж 1981–2017 рр. (укладено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ)

Як бачимо зв'язок витрат води та наносів неоднозначний, що пояснюється різною транспортуючою здатністю потоку за умов однакових витрат [133]. Такими чином весняний стік наносів під час проходження повені рідко перевищує паводковий літньо-осінній стік. Так з урахуванням промерзлого ґрунту та виходу річки на заплаву під час повені знижується швидкість течії, а відтак зменшується каламутність та витрата наносів. Середній багаторічний розподіл стоку наносів (2001–2010 рр.) по сезонах за даними гідропоста р. Тиса (м. Рахів) такий: на весняний період припадає 36,79% об'єму стоку наносів; 36,15% – на період літніх паводків; 14,59% – на зимовий період та 12,47% – на осінній.

Прозорість та концентрація завислих речовин у складі блокового індексу еколого-санітарних показників якості води (I_2) прямо залежать від каламутності вод та стоку наносів. Збільшення каламутності та витрат наносів, зокрема під час проходження паводків (з виходом на заплаву) сприяють також збільшенню значень стоку біогенних речовин та важких металів у поверхневі води, що супроводжується зростанням концентрацій міді, цику, свинцю, заліза та марганцю у водах Тиси, а відтак і значень блокового індексу специфічних речовин токсичної дії (I_3) [170].

2.4. Ґрунтово-рослинний покрив

Ґрунтовий покрив території Рахівського району сформувався під дією живих організмів на гірській материнській породі в різних умовах зволоження та рельєфу в період голоцену. У гірській частині ґрунтоутворення відбувається за буроземним типом, де рельєф виступає фактором, який зумовлює висотну поясність та незначну потужність ґрунтів, розвиток природної денудації, площинну та лінійну ерозію.

Більшу частину території дослідження займають буроземи або бурі гірсько-лісові ґрунти, поширені в межах лісового поясу до висот 1500 м у північній та східній частинах Рахівського району. Утворились буроземи на материнській породі алювіально-делювіального флішу кристалічних порід Рахівського масиву, які в процесі вивітрювання утворили суглинисті відклади, крупнозернисті пісковики (Рахівська світа), супіски та піски. Склад лісів практично не впливає на характеристики ґрунтів даного типу [41]. Вміст гумусу під корінними лісами може становити 10–15%, під вторинними луками – 5–7%, на орних землях – 3–5% [283].

У північній частині Рахівського району в межах Ясінянської улоговини та крайньому південному-заході сформувались дерново-буроземні ґрунти на виположених гірських схилах, середніх і високих терасах річок під дубовими та буковими лісами на глибоких товщах елювій-делювію карпатського флішу та давньоалювіальних відкладів. Ці породи мають переважно незначну

щербінюватість і задовільно дреновані. Генетичний профіль дерново-буроземних ґрунтів нагадує профіль бурих гірсько-лісових, за винятком наявного тут бурувато-сірого гумусового горизонту, товщиною 20–30 см. Він грудкувато-зернистий, пухкий, має небагато дрібних кам'янистих фракцій. Вміст гумусу, особливо у ґрунтів, що розвинулись на алювіально-делювіальних відкладах, досягає 3–5% [267].

В субальпійському й альпійському висотних поясах Свидовецького та Чорногірського масивів поширені гірсько-лучно-буроземні ґрунти, які утворились під лучною та чагарниковою рослинністю. За своєю структурою ґрунти нагадують середньоглибокі буроземи з оторфованим шаром. Вміст гумусу становить 7–15%.

Гірський рельєф та надмірне зволоження зумовили значну різноманітність та висотну поясність рослинного покриву Рахівського району. Добре збереглися екосистеми пралісів та високогірних луків, які віднесено до мережі біосферних резерватів ЮНЕСКО. Більше 70 % всієї території вкрито лісами, в яких компактно сформовані округи дубових, букових та смерекових лісів з різними домішками.

Формації дубових, дубово-букових та буково-дубових лісів в межах даної території займають західну частину району Липчансько-Великобичківського передгір'я. Верхів'я басейну Шопурки, Косівської та власне Тиси складають формації бука лісового з домішками ясену та явору, які поширені навіть в приполонинській смузі. Центральна частина Рахівського району зайнята темнохвойно-буковими лісами, які в з висотою змінюються на райони Горганських та Чорногірсько-Мармароських смерекових лісів з домінуванням формації смереки звичайної. Субальпійська смуга рослинності починається з висоти 1500 м та сформована криволіссям гірської сосни, зеленої вільхи та ялівцю сибірського, які змінюються гірсько-лучними формаціями мичників, біловусників та різнотрав'я полонинських угідь. В межах Свідівця, Чорногори та Мармароського кристалічного масиву вище 1800 м альпійська смуга складена формаціями лохини, рододендрону, осоки вічнозеленої. Ростуть у лісах Рахівського району і деякі рідкісні види

рослин, серед яких підсніжник, лілія лісова, аконіт низький, анемона нарцисоцвіта, білотка альпійська та інші.

У буроземах Закарпатської області, в тому числі й на території Рахівського району в мінеральному гумусово-акумулятивному та перехідному горизонтах зафіксовані високі концентрації сполук заліза (Fe) та рухомого марганцю (Mn), які можуть перевищувати ГДК рухомих форм у ґрунті [319]. На динаміку вмісту Fe_{заг.} та Mn впливають зміни рН ґрунту, діяльність мікрофлори в верхньому гумусовому горизонті, а також вологість та повітропроникність [364, 368, 369]. Дослідження ґрунтово-рослинних чинників акумулювання цинку (Zn), свинцю (Pb), міді (Cu) у гірських ґрунтах, зокрема й Чорногори [55, 136, 283, 361, 365] дозволяють припустити, що ґрунтові води та поверхневий стік є одними з джерел надходження важких металів у річкові води Тиси.

2.5. Антропогенне навантаження на басейнову систему

Господарська діяльність людини в межах басейнових систем малих річок може відігравати важливу роль у формуванні гідрохімічного режиму річок, мінералізації та стоку органічних і біогенних речовин [76]. Із збільшенням антропогенного впливу поверхневі водні масиви можуть переходити в категорію істотно змінених, а річкові системи із природних перетворюватись у природно-господарські [133, 240], що в свою чергу негативно відображається на стані водної екосистеми загалом. Зважаючи на це, виникає потреба в дослідженні річок, води яких використовуються для рибного господарства, рекреації та господарсько-питних потреб. Важливим є виявлення структурно-функціональних змін, сезонних коливань гідрохімічних показників, визначення динаміки гідроекологічних станів та їх прогноз з метою напрацювання шляхів оптимізації водогосподарського комплексу та вирішення, за наявності, конкретних проблем якості річкових вод.

Наукові вишукування в сфері гідроекології малих річок не нові та досить поширені [14, 15, 76, 98, 221, 240, 353–356] і розглянуто й антропогенні умови в межах басейнових систем Рахівського району Закарпатської області та їх вплив на якість поверхневих вод. Специфіку таких досліджень зумовлює, в першу чергу, велика кількість та неузгодженість екологічних класифікацій вод за різними методиками. Варто також зауважити, що складні природні умови гірських територій району та транскордонний характер річки Тиса відіграють провідну роль у формуванні гідроекологічних станів поверхневих вод та виборі комплексу показників їх оцінки. Велике різноманіття вивчення впливу господарської діяльності людини на екологічний стан річок Рахівського району подано у працях [51, 53, 97, 352], де розглянуто антропогенні фактори та умови формування гідролого-гідрохімічного режиму, інтенсивності руслових процесів, дано кількісну та якісну оцінку біотичних угруповань, що сформувались в умовах природно-господарських систем Рахівщини.

Схема зв'язків між компонентами системи «людина-природа» є достатньо складною, і, водночас, обумовлює взаємовплив та зміни у структурних зв'язках та компонентах. Так, природні умови визначають можливість існування поселення людей на даній території та рівень їх суспільного виробництва як основи життєдіяльності, а людина своєю діяльністю докорінно змінює ці умови та адаптує їх до своїх потреб. Гірський рельєф, густа річкова мережа, високий показник лісистості (близько 70 % площі району), малоземелля (сільгоспугідь 19 %) зумовили особливий історичний уклад життя і господарства населення Рахівського району. Розвиток господарства й зростання рівня життя населення у різні історичні періоди та з різною інтенсивністю впливали на довкілля: від полонинського господарства, тобто сезонного випасання овець до одного з найпотужніших в період Радянського Союзу підприємств лісохімічної промисловості.

Для того, щоб відобразити еволюцію відносин людини та природи на прикладі Рахівського району, розглянемо поетапно розвиток суспільства та господарства на даній території.

Таблиця 2.5

Етапи освоєння басейну річки Тиса в межах Рахівського району*

Історичні епохи та періоди	Особливості життєдіяльності та господарства
Верхня давньокам'яна доба (Епіпалеоліт)	В межах Рахівського району знайдено найдавнішу стоянку людей – територія теперішнього села Біла Церква. Оселялись первісні люди на південних відрогах Карпат та підвищених берегах Тиси.
Кам'яна доба (Мезоліт XII–VIII тис до н.е.)	Поселення або ж стоянки влаштовувались в долинах річок, але вище рівня паводкових вод у межах сучасних сіл Біла Церква, Середнє Водяне, Верхнє Водяне, Стримба, Водиця, Плаюц, Луг та селища Великий Бичків.
Нова кам'яна доба (Неоліт VI–V тис до н.е.)	Відбувається перехід від привласнюючих форм господарства до відтворюючих та осілого або напівосілого способу життя. Основу виробництва складають мотичне підсічно-вогневе землеробство та скотарство.
Мідна та бронзова доба (Енеоліт IV–I тис до н.е.)	Інтенсивно розвивається землеробство. В період пізньої бронзи 910 роком до н.е. Рахів уперше згадується як поселення, що свідчить про розвиток суспільних відносин та господарства, налагодження транспортних зв'язків з поселеннями, що знаходились вниз за течією річки Тиса.
Залізна доба, ранній період (VIII–VI ст. до н.е.)	Вплив господарської діяльності на річки території Рахівського району набирає інтенсивності через збільшення площ земель сільськогосподарського призначення, вирубування лісів та забудови річкових долин.
Латенський період пізнього заліза (V–I ст. до н.е.)	Селища розташовуються групами по 5–7 разом, займаючи низькі ділянки місцевості поблизу річок площею не більше 2–3 га.
Дакійська культура II ст. до н.е. – Доба слов'янських пам'яток XI ст.	Розвиток мережі поселень. Відбувається переселення різноплеменних груп слов'ян, які швидко адаптувались до нового географічного та соціального середовища з перейманням господарсько-культурних традицій. 896 року почався перехід угорських кочових племен через Карпати у Середнє Подунав'я. Селяни займалися вівчарством, рибальством, полюванням, бджільництвом. Жили в курних хатах-колибах, згодом будували гуцульські хати-гражди.
Період феодальних відносин XI ст. – XIII ст.	Перегінне скотарство змінюється на відгінне полонинське (термін випасання до 6 місяців). В цей період у структурі землекористування відбуваються наступні зміни: збільшується площа пасовищ, більше земель відводиться під сільське господарство, водночас, зменшуються площі лісів. Активними темпами проводиться розбудова поселень.

Продовження таблиці 2.5

XIV ст. – початок XIX ст.	За часів входження закарпатських земель до складу Австро-Угорщини відбувається становлення лісопереробної галузі. Впродовж XVI – XVII ст. покращується ведення обробітку землі: глибша оранка, внесення добрив, боротьба з бур'янами та шкідниками. Двопільна система землеробства поступово змінюється трипільною. З середини XVII ст. інтенсивніше заселяється правий берег річки Тиса. Тут діють мануфактури по обробці дерева та заліза (Великий Бичків), доменного та ливарного виробництва (Косівська Поляна), лісопильні (Ясіня, Великий Бичків). Переважає вибіркова рубка, в основному смереки, що призводить до поширення бука. До 1778 року лісовідновлення мало природний характер. На головних річках Рахівщини будуються гідротехнічні споруди для сплаву деревини. Загалом нараховувалось 17 загат. На деяких річках збудовано водяні пили. У другій половині XVIII століття активно розвивається добувна промисловість. У структурі сільськогосподарського виробництва переважає тваринництво (87,3%). Площа сільськогосподарських земель становить 47,8 тис. га або 25,2% площі району.
XIX ст. – початок XX ст.	У господарстві Рахівського району впроваджено підсічну систему землеробства, потім вирубно-вогневе землеробство. 1868 рік збудований перший на Закарпатті хімічний завод «Клотільда» у Великому Бичкові (згодом «Великобичківський лісохімкомбінат»). Під час входження Закарпаття (тоді – Підкарпатська Русь) до складу Чехословаччини, населені пункти Рахівського району активно розвивалися як осередки туризму. 1915–1917 рр. мілітаризація прискорила розвиток галузей промисловості. На землях району, за винятком смт Великий Бичків та с. Верхнє Водяне, переважала вирубно-вогнева і перелогова система землеробства.
Період Другої світової війни	Цей період можна відзначити руйнуванням поселень, зменшенням лісовкритих площ. Підприємства краю було воєнізовано, водночас відбувається занепад сільського господарства.

Закінчення таблиці 2.5

Післявоєнний період (до 1991 р.)	Аграрна реформа змінила класову структуру землекористування. «Рахівська картонна фабрика», одне з найпотужніших підприємств краю. Швидкими темпами розвиваються лісова, деревообробна, легка, харчова промисловість та промисловість будівельних матеріалів. 26 % території району становлять площі земель сільськогосподарського використання (колгоспні землі). Негативний вплив на екологічний стан річок зумовлений осушенням заплав та їх подальшим використанням у сільському господарстві, а також розорювання схилів. Наслідками такого стрімкого промислового розвитку краю стають масові вирубки лісів для потреб виробництва, збільшення площ сільськогосподарських земель та садів; відчутно зростають забори води для виробничих потреб (переважає забір з поверхневих вод). 80–85 % виробничих та побутових стічних вод потрапляють у водні об'єкти.
1991-2018 рр.	Відбувається спад водоемних галузей виробництва та зменшення об'ємів водокористування, а основна частка забруднення поверхневих вод припадає на комунальні підприємства. Забруднення річкових вод також зумовлене наявністю стихійних сміттєзвалищ на берегах річок Чорна Тиса, Біла Тиса, Лазещина, Косівська та Шопурка. Механічну та біологічну очистку проходять не більше 10 % стічних вод. Поширеною є суцільні, часто несанкціоновані вирубки лічу. Основу сільського господарства складають приватні підсобні господарства з перевагою тваринництва.

*Складено автором за матеріалами [9, 13, 17, 22, 23, 34, 36, 38, 48–50, 71, 80, 84, 89, 91, 92, 104, 117, 130, 131, 138, 141, 143–145, 149, 157, 159, 162, 170, 179, 200, 201, 203, 208, 238, 242, 243, 258, 261, 262, 276, 277, 297, 310–312, 324, 359, 362]

Надалі розглянемо більш детально основні види господарської діяльності, які впливають на водозбірну територію річки Тиса в межах Рахівського району: землекористування, водокористування, лісокористування, промисловість, сільське господарство, гідротехнічне будівництво, рекреаційно-туристична діяльність тощо. Атропогенний вплив будемо розглядати у розрізі адміністративних рад та в межах окремих річкових суббасейнів Тиси на території Рахівського району, а саме річок Чорна Тиса, Біла Тиса, Шопурка, Косівська та власне Тиса на ділянці від м. Рахів до смт Великий Бичків. Гідроекологічні стани даних річок залежить

від процесів, які відбуваються в межах їх басейнів, а тому доцільно буде закартографувати види та наслідки антропогенного впливу на басейн Тиси в межах Рахівського району. Картографування господарського впливу здійснено в межах адміністративних утворень в межах Рахівського району (станом на 2018 р.): 17-ти сільських, 3-ох селищних та 1-єї міської ради, що включають в себе 32 населені пункти.

Землекористування. Структура земельного фонду та види землекористування можуть зумовлювати різний ступінь антропогенного навантаження на басейнові системи, а відтак і зміну гідроекологічних станів річок, в тому числі і за комплексом гідрохімічних показників.

Земельний фонд Рахівського району, станом на 01.01.2016 р. згідно даних «Форма 6-зем», має таку структуру: загальна площа району складає 189 210 га, з яких 78 % (147,2 тис га) складають ліси та лісовкриті площі, майже 19 % (36 тис га) – сільськогосподарські землі, трохи більше як 3 % – забудовані землі, відкриті заболочені землі, відкриті землі без рослинного покриву та води (рис. 2.12).

Природні умови, рельєф території та історичний уклад зумовили розвиток господарювання, за якого інтенсивно використовуються обмежені ресурси сільськогосподарських земель. Винятком є територія Ясінянської улоговини та частина Рахівського району нижче села Луг, де річка Тиса змінює характер на рівнинний та протікає по широкій долині.



Рис. 2.12. Структура земельного фонду Рахівського району, % (укладено автором за матеріалами «Форма 6-Зем», станом на 01.01.2016 р.)

Структура сільськогосподарських угідь Рахівського району включає в себе 1 873 га, що зайняті ріллею, 216 га – багаторічними насадженнями, 14 242 га – пасовищами та 19 166 га – сіножатами (рис. 2.13). Таке співвідношення площ сільськогосподарських угідь зумовлене природними умовами, зокрема переважанням гірського рельєфу та специфікою сільського господарства, в якому переважає галузь тваринництва – молочно-м'ясне скотарство.



Рис. 2.13. Структура сільськогосподарських угідь Рахівського району станом на 01.01.2016 р., % (укладено автором за матеріалами «Форма 6-Зем»)

Значні площі сіножатей та пасовищ зумовили розвиток тваринницьких галузей, з переважанням скотарства та вівчарства. У Рахівському районі є більше 80 пасовищ, на яких в літньо-осінній період здійснюють випас овець, ВРХ та коней. Найбільш цінними та активно використовуються для випасу худоби полонини Свидівця та Чорногори (Гропа, Драгобрат, Рогнеска, Герешаска, Козмеська, Ворожеська, Апшеняська, Шешул та ін.) [181, 366, 370]. Логічним є те, що найбільші площі сіножатей та пасовищ зосереджені у верхів'ї річок в межах середньогірних та високогірних територій Рахівського району, зокрема в околицях міста Рахів 3 617 га сіножатей, а селища Ясіня – 2 286 га (рис. 2.14). Зі зменшенням висот паралельно відбувається зменшення частки сіножатей та пасовищ у земельному фонді адміністративних рад. Так, найменша площа сіножатей 254 га у межах Білоцерківської сільської ради,

пасовищ – 164 га в межах Росішківської сільської ради. Натомість, найбільшою є площа пасовищ в межах Чорнотисянської сільської ради і складає 1 436 га, з яких 1 223 га є гірськими.

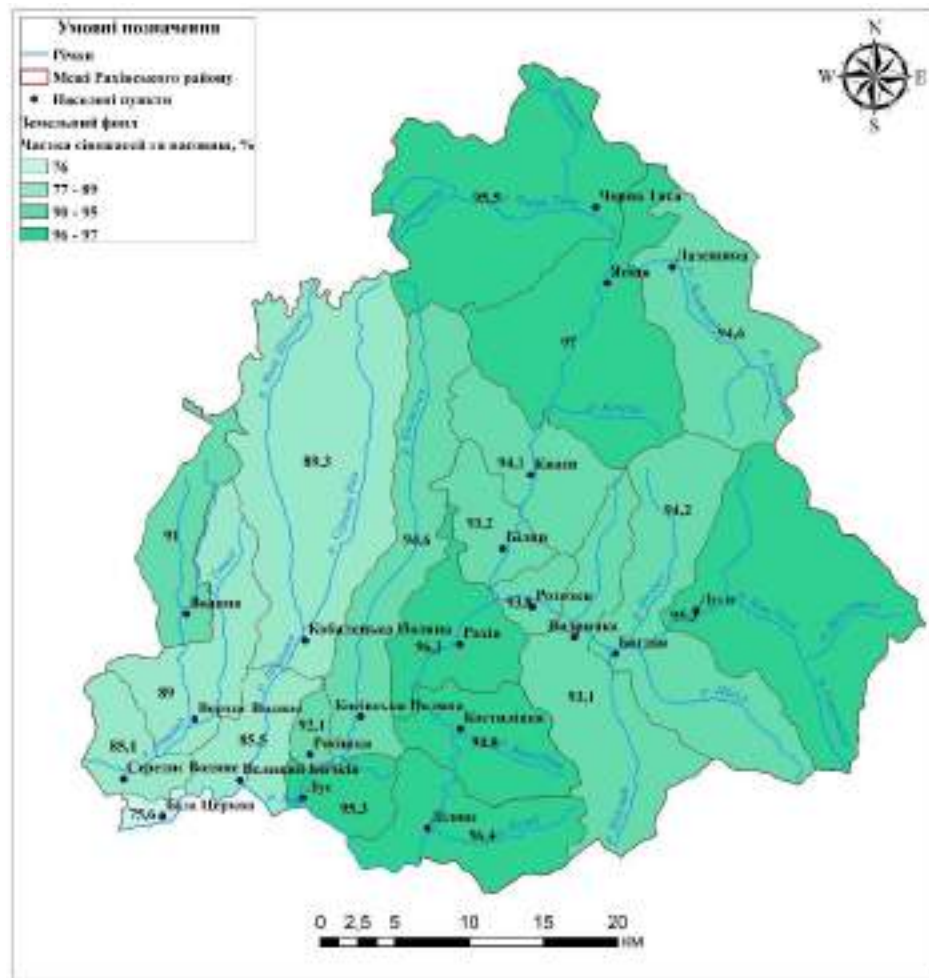


Рис. 2.14. Частка сіножатей та пасовищ у структурі сільськогосподарських земель Рахівського району, % (укладено автором за матеріалами «Форма 6-Зем», станом на 01.01.2016 р.)

Найбільш цінними з категорії сільськогосподарських угідь є орні землі (рілля). Їх площа становить менше 1 % від загальної площі Рахівського району, проте в розрізі адміністративних утворень (сільських рад) дещо відрізняється. Так, найменша площа ріллі (18 га) в межах території Росішківської сільської ради, проте по відношенню до загальної площі земель, найменшою є частка ріллі в Лугівській сільській раді (33,6 га) та Кобилецько-Полянській селищній раді (52,84 га). 340,44 га займає рілля в

межах Середньоводянської сільської ради, що є найбільшою площею орних земель в межах адміністративних одиниць Рахівщини, проте частка ріллі від земельного фонду найбільший показник має в межах сусідньої Білоцерківської сільської ради. На площу ріллі впливають природні особливості території, зокрема орографія, лісистість, клімат, а також кількість населення. Частка ріллі у земельному фонді Рахівського району має чіткий вектор збільшення показника вниз за течією рік Чорна Тиса, Біла Тиса, Шопурка та Апшиця (рис. 2.15). Таке збільшення частки ріллі є закономірним. Воно зумовлене в першу чергу розширенням річкових долин, а відтак і придатних сільськогосподарських угідь, зменшенням середніх висот території, зменшенням частки сіножатей та пасовищ, а також зростанням кількості населення вниз за течіями основних водотоків району.

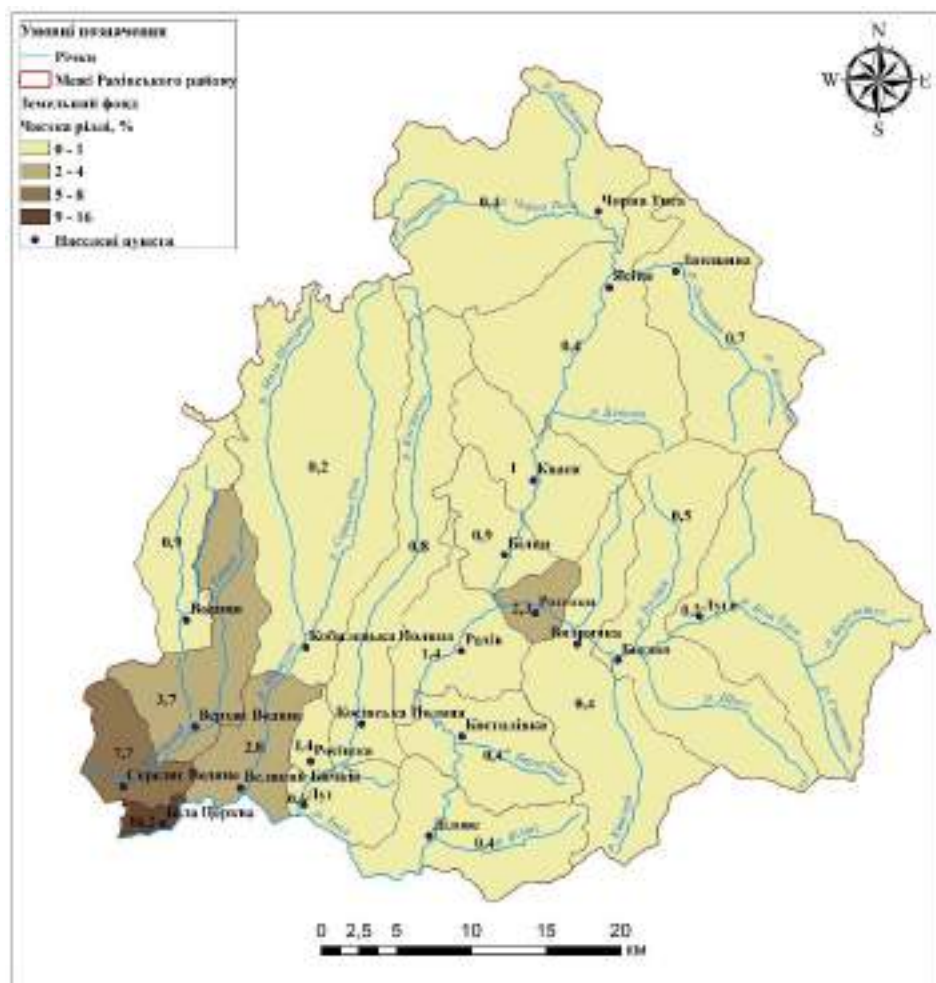


Рис. 2.15. Частка ріллі у структурі земельного фонду Рахівського району, % (укладено автором за матеріалами «Форма 6-Зем», станом на 01.01.2016 р.)

Якщо ж аналізувати розораність сільськогосподарських угідь, то виходить ситуація, коли гірський рельєф стає вирішальним фактором спеціалізації сільського господарства, землекористування, а відтак і кількості площ відведених під рілля, сіножаті та пасовища. Найменшою є частка ріллі від сільськогосподарських угідь селища Ясіня 1,6 %, села Ділове – 2,3 % та села Луг – 3,3 %, найбільшою в межах села Середнє Водяне – 12,5 % та села Біла Церква – майже 22 % (рис. 2.16). Щодо використання земель західної та південно-західної частини Рахівського району, то тут можна провести паралелі між частками сіножатей і пасовищ та часткою ріллі у земельних фондах відповідних сільських та селищних рад, що впливає зі специфіки території та господарювання.

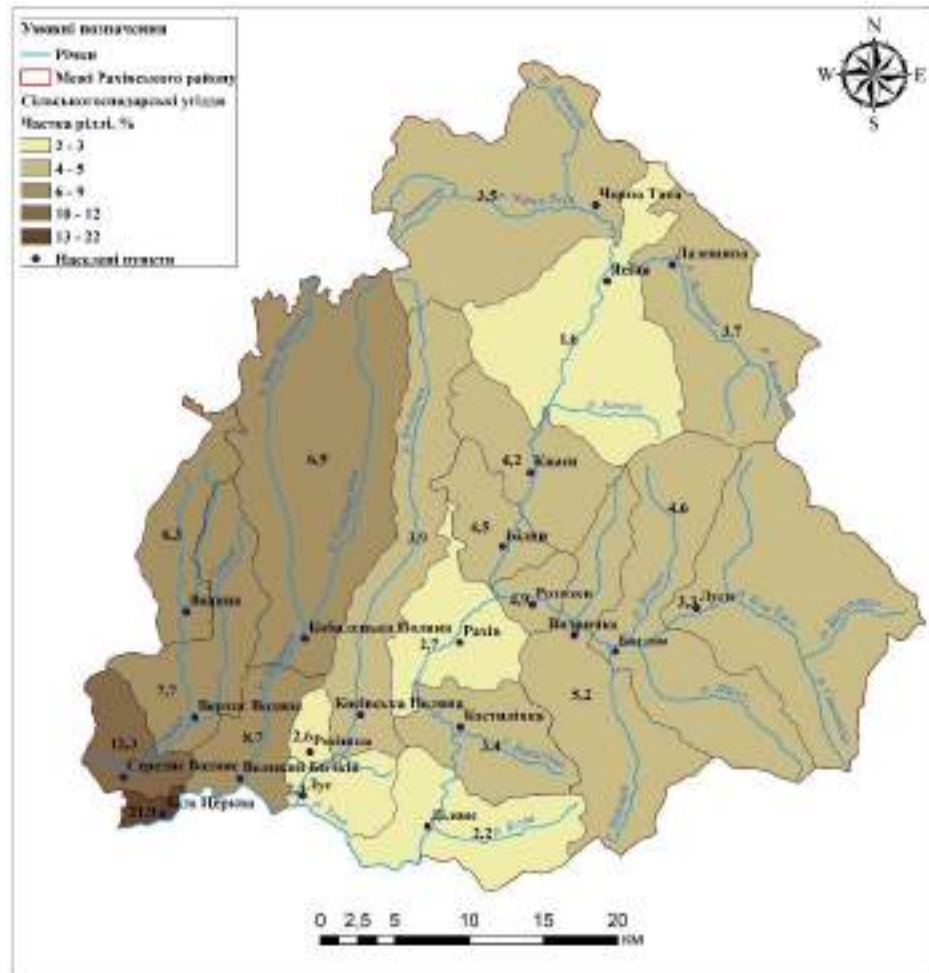


Рис. 2.16. Розораність сільськогосподарських угідь, % (укладено автором за матеріалами «Форма 6-Зем», станом на 01.01.2016 р.) [166]

Орні землі часто розташовані на схилах вузьких річкових долин та безпосередньо на прибережних смугах річок, що становить загрозу органічного забруднення поверхневих вод внаслідок внесення добрив, пестицидів та збільшення твердого стоку через ведення поздовжньої оранки на схилах та розмивання берегів під час проходження повеней та паводків.

В той же час, значна площа земель Рахівського району має не сільськогосподарське призначення, а використовується для рекреаційних, оздоровчих, історико-культурних та природоохоронних цілей. Так у межах району майже 79 тис га земель природоохоронного призначення, з яких 36 870 га займають заповідні масиви Карпатського біосферного заповідника (далі КБЗ): Чорногірський, Свидовецький, Марамороський та Кузій-Трибушанський (рис. 2.17). Заповідні масиви КБЗ створені, в першу чергу, для заповідання територій поширення бука лісово, який представляє собою біологічну цінність з точки зору вивчення природних умов його поширення та формування старовікових лісів та пралісів [265]. Описані території входять до складу транскордонного природного об'єкту Букові праліси Карпат і є об'єктами Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО.

Щодо територіального розподілу земель природоохоронного призначення в межах досліджуваної території, то очевидно, що визначальним фактором є наявність заповідних масивів, заказників, пам'яток природи та інших територій та об'єктів природно-заповідного фонду в межах окремих адміністративних рад. Найбільшу частку земель природоохоронного призначення мають Ясінянська селищна (58,6 %), Білинська (76,3 %), Лугівська (57,5 %) та Ділівська (74,2 %) сільські ради, в межах яких співвідношення заповідних територій до загальної площі є найбільшим.

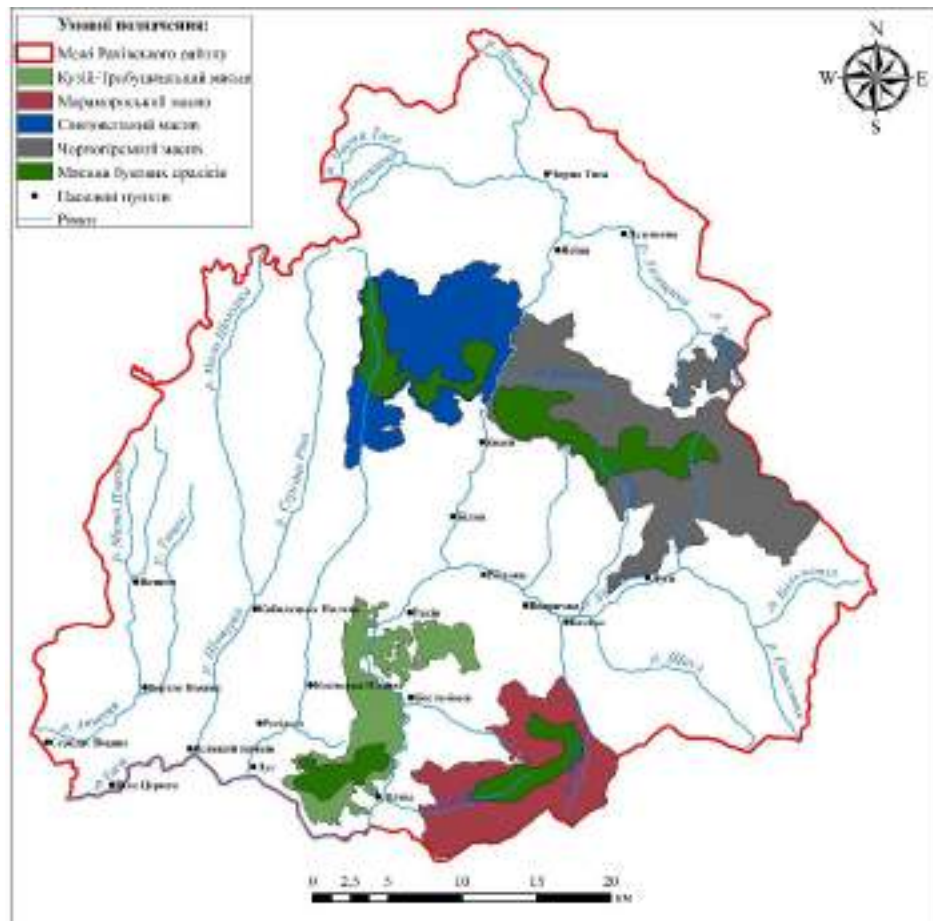


Рис. 2.17. Заповідні масиви Карпатського біосферного заповідника (укладено автором за матеріалами КБЗ) [122]

Розглядаючи навантаження галузі відпочинку на води річки Тиса в межах Рахівського району розглянемо також площу земель, відведених під рекреаційну діяльність в розрізі адміністративних утворень (сільських, селищних та міської ради). З точки зору землекористування, землі рекреації в Рахівському районі займають малі площі, проте можемо спостерігати диференціацію частки таких земель, зумовлену значним природно-ресурсним потенціалом галузі, що має нерівномірний характер поширення в межах басейнових систем Чорної Тиси, Білої Тиси, Шопурки та Косівської. Найбільша частка земель, відведених під рекреацію в межах Кобилецько-Полянської селищної ради 1,2 % (272 га) та Чорнотисянської сільської ради – 0,8 % (153 га), яким відповідають верхів'я басейнів річки Шопурка та Чорна Тиса, що в свою чергу приурочені до гірського хребта Свидовець.

Рекреаційне навантаження на хребет Чорногора розглянемо в межах басейнів Білої Тиси, Чорної Тиси та окремо Лазещини. Частка земель рекреаційного призначення збільшується вгору за течією Білої Тиси від 0,6 % до 0,8 %, а це 14,7 га в межах Розтоківської сільради та 132,5 га у верхів'ї річки, що входить до земель Лугівської сільради. Дещо іншим є стан рекреаційного землекористування в басейні Чорної Тиси, де наявність мінеральних вод («буркут») та туристичної інфраструктури в селах Білин, Кваси та селищі Ясіня зумовлює зменшення частки земель рекреаційного використання вгору за течією в сторону гірського масиву Чорногори від 0,8 % (33 га) у селі Білин до 0,6 % (87 га) – у смт Ясіня. У басейні Лазещини показник рекреаційного землекористування трохи більший і сягає 0,8 % (90 га), що зумовлено наявністю бази «Козьмешик» та близькістю до піших маршрутів на вершини Петросу та Говерли на території Лазещинської сільської ради.

Накопичення твердих побутових відходів. Складною є ситуація з утилізацією та зберіганням твердих побутових відходів і сміття на полігонах та сміттєзвалищах. Станом на 2019 рік лише 12 адміністративних рад з 21 мають виділені ділянки для зберігання та утилізації сміття. Враховуючи орографічні особливості гірських територій району, що зумовлюють просторове обмеження для зведення полігонів та сміттєзвалищ, спостерігаємо розташування багатьох сміттєзвалищ на берегах річок, зокрема й Тиси.

Найбільше занепокоєння викликає санкціоноване сміттєзвалище у м. Рахів, що розташоване на лівому березі річки Тиса. В окремих місцях висота шару сміття сягає до 10 м. Відсутність відмежування призводить до забруднення вод твердими побутовими відходами (ТПВ), яких у період паводків у перерізі річки Тиса можна нарахувати сотнями за хвилину, продуктами життєдіяльності, побутовою хімією тощо. Аналогічну ситуацію спостерігаємо з несанкціонованими сміттєзвалищами на берегах річок Косівська, Лазещина, Чорна Тиса та Біла Тиса (рис. 2.18, 2.19).



Рис. 2.18. Засмічення русла
р. Косівська, с. Косівська Поляна
(автор фото Лета В. В.)



Рис. 2.19. Несанкціоноване
сміттєзвалище на березі
р. Лазещина, вище с. Лазещина
(автор фото Лета В. В.)

Найкраще забезпечені збором твердих побутових відходів селище Великий Бичків – 23 % населення та місто Рахів – 12 %, найгірше – села Розтоки та Видричка по 7 % кожне (рис. 2.20). Варто звернути увагу і на об'єм побутових відходів, який утворюється. До прикладу, на одного жителя міста Рахів припадає 5,8 м³/рік твердих відходів, на жителя селища Великий Бичків – 4,7 м³/рік. В той же час на одного жителя села Луги, що у верхів'ї річки Біла Тиса припадає 1,6 м³/рік відходів та сміття, що є найменшим показником у районі.

Невирішеною залишається ситуація з сільськими радами, які не забезпечені полігонами або сміттєзвалищами. Окремої уваги потребує Середньоводянська сільська рада, яка попри відсутність полігону не забезпечена збором та утилізацією ТПВ.

Водокористування. Важливою складовою господарства Рахівського району є водокористування, позаяк воно виступає одним з антропогенних чинників впливу на гідроекологічні стани річок басейну Тиси.

У межах Рахівського району кількість води місцевого стоку, що припадає на одну людину у 2017 році (середній за водністю рік) складала близько 15 тис м³, тоді як середній по Закарпатській області показник – 7 тис м³, а в Україні лише 1,1–1,2 тис м³. Прогнозні ресурси підземних вод в

Рахівському районі складають 0,011 млн м³/добу (20 свердловин), в області – 1,1093 млн (2017 рік). В районі розвідано 82 мінеральні джерела в межах міста Рахів, смт Кобилецька Поляна та с. Кваси (рис. 2.21). За типами найбільш поширені гідрокарбонатно–хлоридні натрієві та вуглекислі маломінералізовані зі значним вмістом заліза [47, 259, 277, 279].

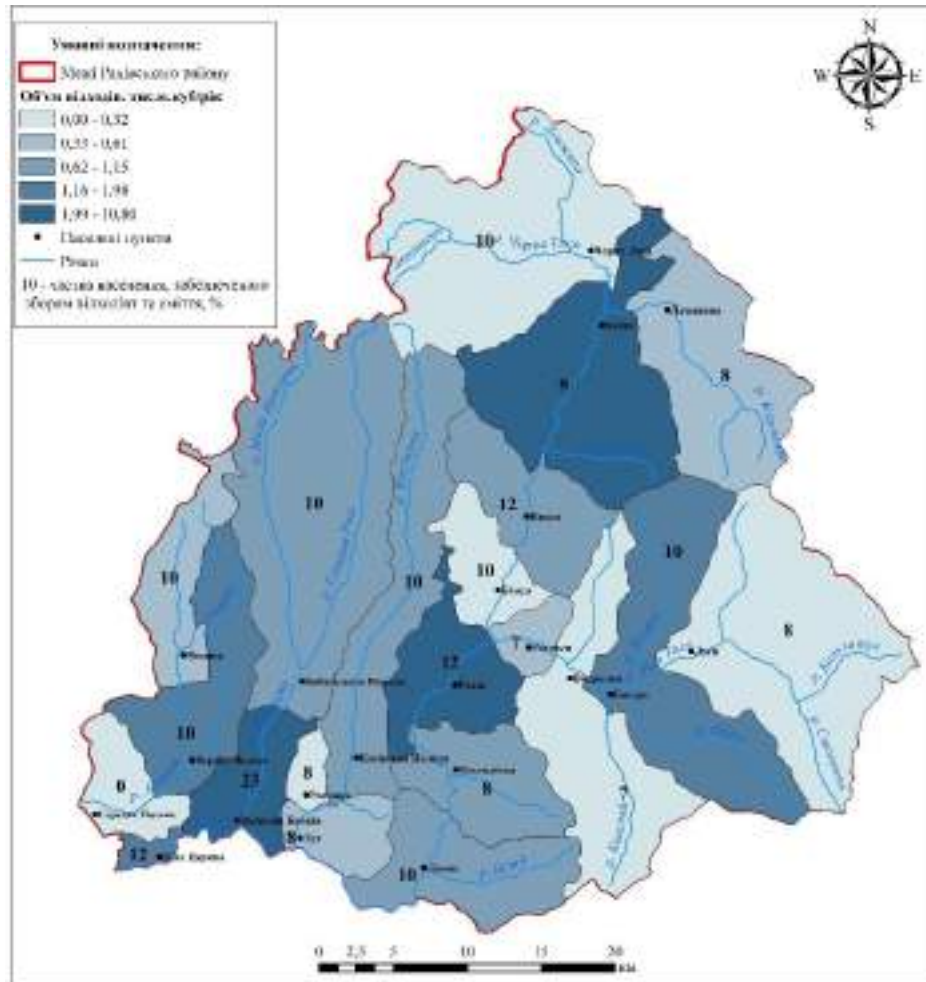


Рис. 2.20. Обсяги накопичення твердих побутових відходів у тис.м³/рік та відображення частки населення, що забезпечена збором відходів у розрізі адміністративних одиниць, станом на 2019 рік, % (укладено автором за матеріалами «Форма 6-Зем»)

Водогосподарський аналіз здійснено на основі фондових матеріалів Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса у формі статистичних звітів по водокористуванню «2ТП-водгосп» за період з 1990 року по 2018 рік включно. Централізованим водопостачанням забезпечено місто Рахів та

частина селища Великий Бичків нижче території Великобичківського лісохімкомбінату. Забезпечення водою відбувається як за рахунок комунальних свердловин, так і за рахунок забору поверхневих вод з Тиси. Питома вага житлової площі, що обладнана водопроводом, в тому числі приватними водогонами у міських поселеннях Рахівського району складає 40 %, а в сільських – 35,7 %, каналізацією, відповідно, 30 % та 25,6 %. Сільське населення користується водою із шахтних колодязів, п'ята частина яких не відповідає стандартам за екологічними показниками якості через порушення санітарно–захисних зон.



Рис. 2.21. Джерело мінеральної води № 5, урочище Квасний, р. Шопурка, смт Кобилецька Поляна. Води гідрокарбонатно-хлоридно-натрієві (типу «Єсентуки»), мікроелементи: бор (В), залізо (Fe) [186]
(автор фото Лета В. В.)

За період 1990–2018 рр. у районі спостерігаємо тенденцію до зменшення обсягів водокористування. Так у 1990 році забір води становив 8,521 млн м³, а у 2018 році – 0,423 млн м³ (рис. 2.22). Зменшення об'єму використаної води у 20 разів свідчить про спад водоемних галузей виробництва, це, насамперед, підприємства лісохімічної «Великобичківський

ЛХК» (смт Великий Бичків), целюлозної «Рахівська картонна фабрика» (м. Рахів) та харчової промисловості «Консервний завод» (смт Великий Бичків). Частка забраної води впродовж 1990–2018 рр. змінювалась, внаслідок зменшення виробничих потужностей промислового сектору та збільшення частки побутово-питних потреб серед основних напрямків водокористування (Додаток Б).

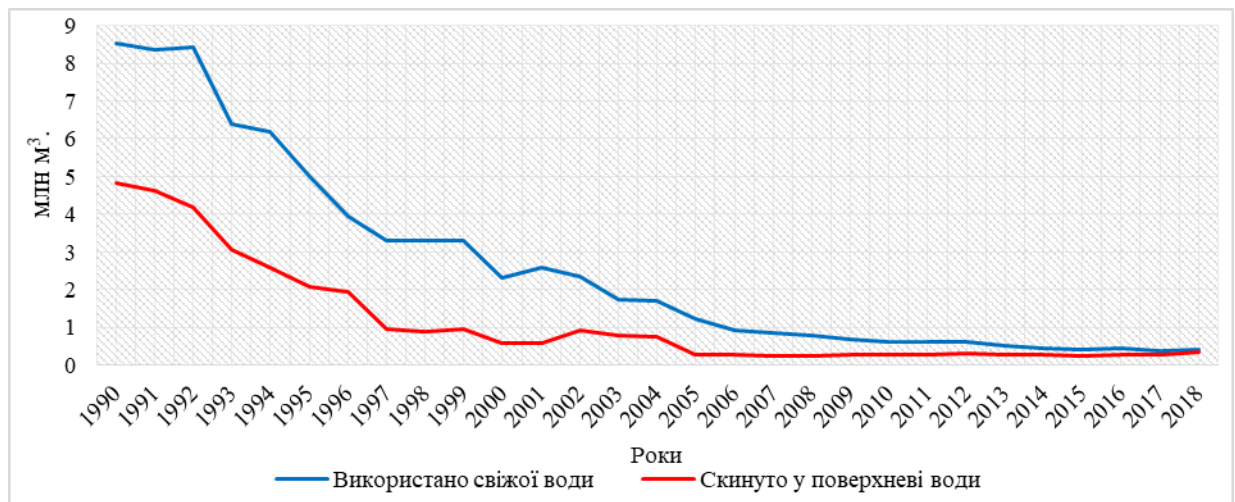


Рис. 2.22. Динаміка водокористування у Рахівському районі
(укладено автором за матеріалами звітів «2ТП-водгосп»)

Значними є втрати води при транспортуванні від джерела водопостачання до споживача. Так у 2018 році втрати становили 0,038 млн м³, а у 1990 році – 0,075 млн м³. Враховуючи, що кількість використаної води впродовж зазначеного періоду зменшилась, незначні зміни показника втрат свідчать про зношеність труб та застарілість мережі водопостачання та водовідведення.

У Рахівському районі кількість водокористувачів впродовж 1990–2018 рр. змінювалась в межах 25–35. В переліку основних забруднювачів вод Тиси та її допливів переважають водокористувачі: підприємства та установи комунального господарства, добувної та деревообробної галузі, рекреації, охорони природи та освіти (рис. 2.23). Найбільші об'єми стічних вод від деревообробного підприємства ТОВ «Карпати» (смт Великий Бичків) та комунального підприємства «Рахівводоканал»/«Рахівтепло» (м. Рахів).

Скиди стічних вод у Рахівському районі (станом на 2016 рік) здійснюють лише 3 суб'єкти з 25, серед них: Відділ освіти Рахівської РДА (м. Рахів) – 0,003 млн м³ недостатньо очищених вод (НДО), КП «Рахівтепло» (м. Рахів) – 0,197 млн м³ НДО, Виробниче житлово-комунальне підприємство (ВЖКП) смт. Кобилецька Поляна – 0,007 млн м³ вод без очистки (забруднених). В середньому 80 % використаної води скидається у поверхневі води, решта у невіднесені до водних об'єктів накопичувачі та впадини. Виявлено чітку динаміку зменшення об'ємів водокористування загалом, та скидів стічних вод, зокрема. Частка забруднених (без очистки) стічних вод не змінилася, а недостатньо очищених – зменшилась більш ніж у 10 разів. Ситуація з якістю стічних вод залишається незадовільною, що зумовлено низькими показниками об'ємів очищених стічних вод. Так у 2018 році лише 10 % стічних вод пройшли механічну або біологічну очистку (Додаток В).

Перелік забруднювачів

Номер	Об'єкт
1	Притулок «Козьмешич»
2	Курорт «Драгобрат»
3	Санаторій «Гірська Тиса»
4	Білинська МГЕС
5	Рахівська РДА
6	КП «Рахівтепло»
7	Сміттєзвалище м. Рахів
8	Адміністративна будівля КБЗ
9	Форелеве господарство КБЗ
10	ПРАТ «Трибушани»
11	ТОВ «Білкам»
12	Літня стоянка тварин
13	Кобилецько-Полянське ВЖКП
14	ТОВ «ВГСМ»
15	ТОВ «Карпати»
16	Великобичківський ЛХК



Рис. 2.23. Основні забруднювачі поверхневих вод у межах Рахівського району (укладено автором)

Каналізаційна мережа Рахівського району перебуває у незадовільному технічному стані. Розвиток водопровідної мережі у місті Рахів є надзвичайно ресурсоємним завданням і за останні 20 років практично не вирішується через брак коштів. Річка Тиса виступає колектором стічних та дренажних вод міста Рахова, які є одним з найбільших сучасних джерел забруднення вод в межах Рахівського району. Каналізаційно-очисні споруди (КОС) м. Рахів та водозабірна споруда смт Великий Бичків працюють ще з часів Радянського Союзу, не оновлюються і сьогодні вже не можуть забезпечити потреби населення (рис. 2.24, 2.25).



Рис. 2.24. Каналізаційно–очисні споруди м. Рахів
(автор фото Лета В. В.)



Рис. 2.25. Шахта водозабірної споруди у смт Великий Бичків
(автор фото Лета В. В.)

Серед підприємств та установ Рахівського району (станом на 2010 р.) каналізаційно-очисними спорудами обладнані лише 10 об'єктів, з яких в робочому стані лише КОС Карпатського біосферного заповідника, санаторію «Гірська Тиса» та Великобичківська філія «Сведвуд Проза» ТОВ «Сведвуд Україна» (Додаток Д). Решта КОС потребують модернізації або не працюють (ВАТ «Великобичківський консервний завод»).

Стічні недостатньо очищені та неочищені води є однією з головних причин забруднення поверхневих вод органічними речовинами, що надходять від комунальних, промислових та сільськогосподарських точкових джерел, зокрема тваринницькі ферми, гноєсховища тощо. Забруднення

органічними речовинами зумовлює зміни у кисневому балансі і, як наслідок, може негативно впливати на екологічний стан вод та популяцію гідробіонтів.

В межах транскордонної ділянки річки Тиса знаходиться її права притока р. Шопурка завдовжки лише 13 км. Серед 26 водокористувачів у межах Рахівського району (станом на 2018 р.), 7 – розташовані в басейні Шопурки. Основними є Кобилецько-Полянське ВЖКП та низка деревообробних підприємств селища Великий Бичків. Переважна частка використаних вод йде на побутово-питні потреби, решта на виробничі, що легко пояснити відсутністю великих підприємств водоемних галузей виробництва (табл. 2.6). Така динаміка використання вод річки Шопурка незмінна впродовж 2001–2018 років.

Таблиця 2.6

Динаміка водокористування у басейні р. Шопурка*

Рік	Забрано			Використано		
	Всього	В. т. ч. з підземних водних об'єктів	В т. ч. з поверхневих водних об'єктів	Свіжої води. Всього	В тому числі	
					на побутово- питні потреби	на виробничі потреби
2001	0,064	0,034	0,03	0,064	0,054	0,01
2011	0,036	0,025	0,011	0,036	0,019	0,017
2018	0,021	0,011	0,01	0,021	0,015	0,006

*Складено автором за матеріалами звітів «2ТП-водгосп»

Більше половини забору води (0,011 млн м³) у басейні річки Шопурка ведеться з підземних джерел. Попри те, що підземні води не зазнають прямого антропогенного впливу, їх якість та відповідність санітарним нормам, при питному водопостачанні, залежить від стану самого водозабору та водопровідної системи, які в Рахівському районі закладені ще у минулому столітті та не були модернізовані.

Поряд із загальним зменшенням об'ємів забору води у басейні річки Шопурка з 0,064 млн м³ у 2001 р. на 0,021 млн м³ – у 2018 р., помітно зменшилась кількість скинутих забруднених та нормативно очищених стічних вод (рис. 2.26). Попри те, основна частка стічних вод, а це 0,06 млн

м³ у 2001 році, скидається безпосередньо у води річки, що впливає на її гідрохімічний режим особливо у маловодні періоди року. Резервуари, впадини, накопичувачі та інші об'єкти, що приймають частку стічних вод, у 2018 році це 0,004 млн м³ (18 % об'єму стічних вод) створюють загрозу забруднення ґрунтових вод.

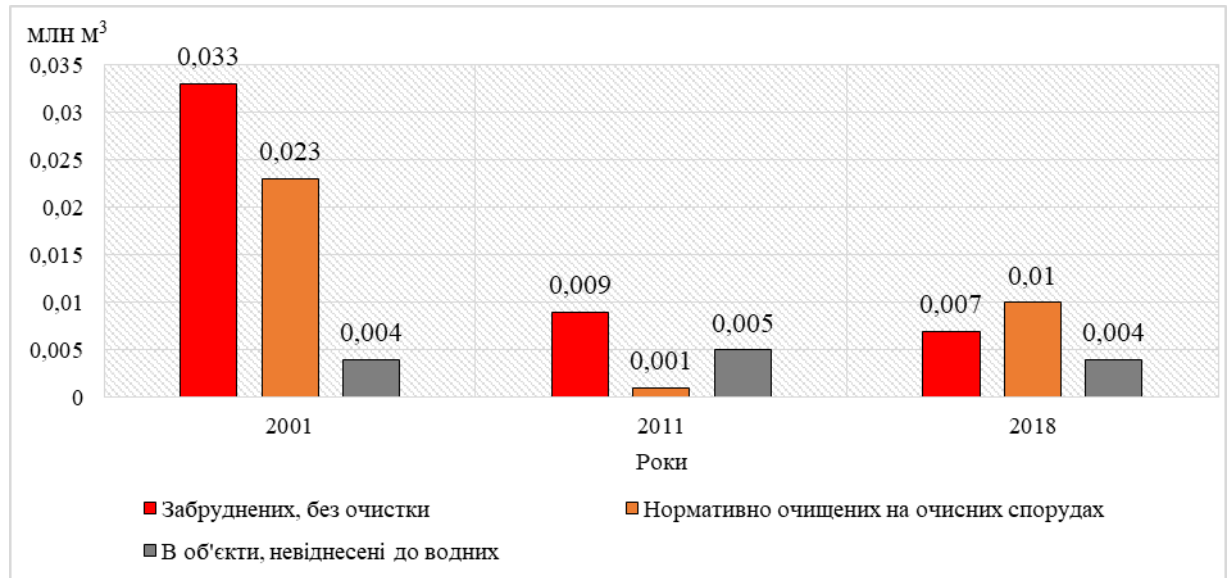


Рис. 2.26. Динаміка скидів стічних вод у басейні р. Шопурка, млн м³
(укладено автором за матеріалами звітів «2ТП-водгосп»)

Свого часу виробничі стічні води «Великобичківського лісохімічного комбінату» (ЛХК) спричиняли забруднення поверхневих вод річки Шопурка та водоносного горизонту (до 20 м) у нижній частині селища. За даними Державної екологічної інспекції у Закарпатській області, у 2013 році в поверхневих водах річки Шопурки було відмічено перевищення норм ГДК вод рибогосподарського використання за вмістом фенолів у 30 разів, а у потічку, що безпосередньо з'єднує територію ЛХК та річку – у 3000 разів, показник хімічного споживання кисню – у 3 рази [93, 163].

Забруднені води також у колодязях, що розташовані у домогосподарствах нижче ЛХК. Як результат, для частини населення, а це 162 приватні домогосподарства (≈3%), були опломбовані колодязі, криниці, помпи, а людей забезпечували довізною водою. Проблема забруднення

грунтових вод потребує негайного вирішення, адже річка Шопурка є допливом Тиси в межах транскордонної ділянки. У лютому 2015 року у рамках Програми прикордонного співробітництва Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна на території Великобичківського ЛХК було встановлено станцію очистки ґрунтових вод та ґрунтів.

Гідротехнічне будівництво. Техногенне навантаження на річку Тиса в межах Рахівського району пов'язане також з процесами одамбування та берегоукріплення. Паводковий характер гірських річок регіону сприяє частим руйнування берегів, підтопленню значної кількості домогосподарств та сільськогосподарських угідь, а також змінам у гідрохімічному режимі водотоків. З метою регулювання проходження повеней та паводків у Рахівському районі зведено 14,6 км дамб та майже 18 км берегоукріплень. Така кількість гідротехнічних споруд не може забезпечити належний захист населення від наслідків проходження небезпечних гідрологічних явищ. Усі гідротехнічні споруди в межах Рахівського району перебувають у відомстві Тячівського міжрайонного управління водного господарства, яке відповідає за належний стан, реконструкцію та зведення нових об'єктів захисту.

Перші гідротехнічні споруди кляузи (або гать) на Рахівщині виконували функцію водосховищ для накопичення води з метою спуску та транспортування лісу до повноводнішої річки або до іншої кляузи. Часто ці споруди будували у верхів'ях річок. Так на південно-західних відрогах Чорногірського хребта в середині XIX століття річці Бальзатул функціонувала Бальцатувальська кляуза, рештки якої збереглись і сьогодні.

Станом на 2018 р. у Рахівському районі працює мала дериваційна Білинська МГЕС потужністю 0,63 МВт, що розташована в селі Білин. Принцип роботи даної МГЕС побудований на подачі води з потічка Ільмин (доплив Чорної Тиси) за допомогою залізної труби, завдовжки 3 км, діаметром 80 см на турбіну. Наслідком такої виробництва електроенергії є шкідливий вплив на водну екосистему через зменшення рівня ґрунтових вод та пересихання криниць в селі Білин внаслідок значного забору води з

потічка, а також підвищення концентрації заліза у водах Чорної Тиси у місці відбирання проб на 0,5 км нижче за течією від МГЕС.

Лісокористування. Лісові ресурси є основним багатством Рахівського району, оскільки займають площу 147,2 тис га, а показник лісистості становить 72 %. У структурі лісових ресурсів Рахівського району станом на 2016 рік переважають ліси I групи, їх площа становила 74 768,6438 га., а це 54,0 % усіх лісів (рис. 2.27). У розрізі адміністративних одиниць (сільських, селищних, міських рад) бачимо найбільші показники лісистості в межах Кобилецько-Полянської селищної, Чорнотисянської, Лугівської та Розтоківської сільських рад, що розташовані у верхів'ях річок Шопурка, Чорна Тиса та Біла Тиса відповідно (рис. 2.28).

Згідно статистичних даних лісокористування за останнє десятиріччя, спостерігаємо чітку динаміку зменшення площі лісів та інших лісовкритих площ. Проте, беручи до уваги лише землі, вкриті лісом, то офіційні дані показують різницю площ впродовж 2008–2015 років всього 19,2 га, що при зростанні темпів виробництва деревообробної продукції та отоварення населення паливними дровами є незначним показником [110].



Рис. 2.27. Поділ лісів Рахівського району на групи за екологічним та господарським значенням (укладено автором за матеріалами «Форма 6-Зем», станом на 01.01.2016 р.)

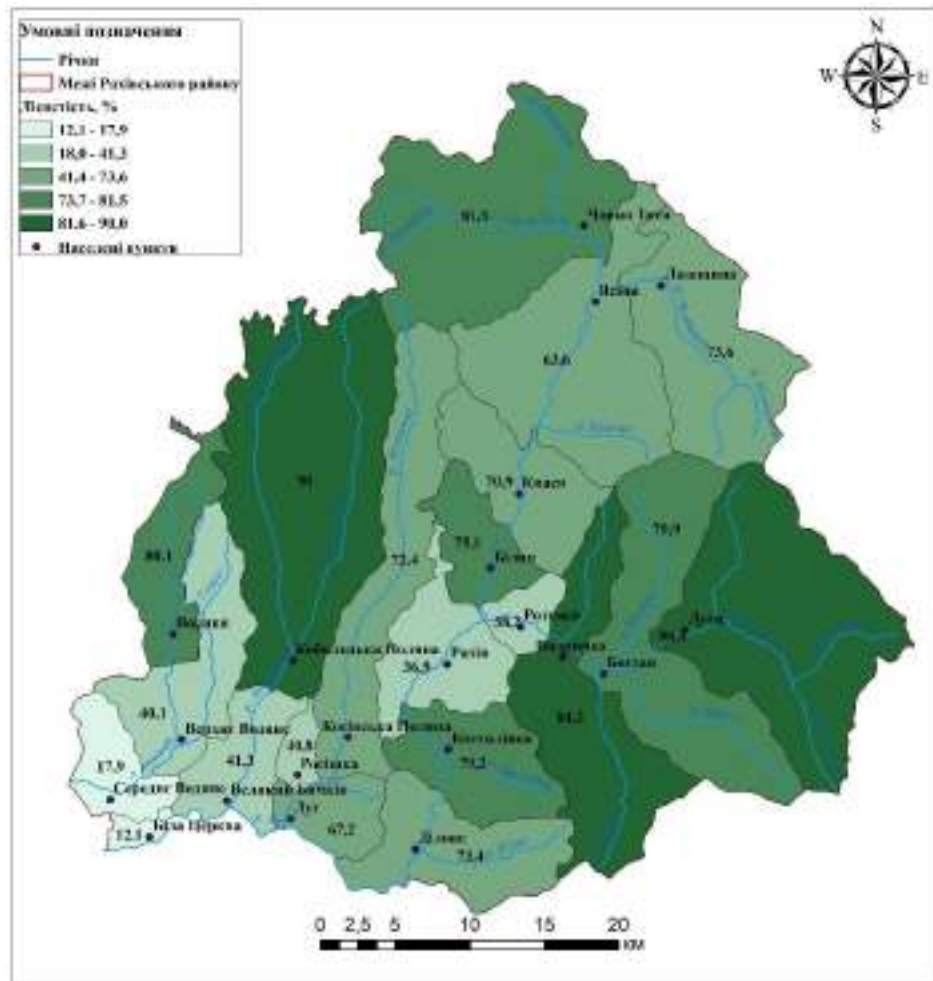


Рис. 2.28. Лісистість Рахівського району у розрізі адміністративних одиниць (укладено автором за матеріалами «Форма 6-Зем», станом на 01.01.2016 р.)

Наявність великої площі лісів в межах району, їх різноманітний видовий склад, відсутність інших паливних ресурсів (район негазифікований) як наслідок зумовили розвиток лісової та деревообробної промисловості, які вже стали традиційної справою для місцевих жителів. Розвиток лісового промислу Рахівщини починається у 18 столітті, коли на основних річках району будують гідротехнічні споруди (гать, кляуза) для транспортування деревини за допомогою так званих бокорашів.

В межах Рахівського району Закарпатської області функціонують три державні підприємства лісогосподарського спрямування: Рахівське лісове дослідне господарство (39 183 га), Ясінянське лісомисливське господарство (29 500 га) та Великобичківське лісомисливське господарство (53 332 га), які

забезпечують регіон діловою деревиною та лісопильними матеріалами. В межах Рахівського ЛДГ 25 232 га лісових насаджень віднесено до категорій захисних лісів, рекреаційно-оздоровчих лісів, лісів природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення, а 4 556 га займають площі об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного та місцевого значення. Головними лісоутворюючими породами є смерека, бук, ялиця, з домішками клена, явору та інших порід. Ясінянське ЛМГ, що знаходиться у верхів'ї річки Чорна Тиса, має в своєму складі 18 317 га (55 %) площ з обмеженим режимом лісокористування. Щодо Великобичківського ЛМГ, то 48,4 % його площ складають експлуатаційні букові, ялицево-букові та дубово-букові ліси. Також тут є 72,2 га лісо-насінневих баз, 137 га генетичного резерву ясена звичайного, 15 лісових розсадників загальною площею 4,2 га та 150 га лісовідновлювальних площ. У всіх лісгоспах Рахівського району переважаючим типом реалізації слугують шпилькові деревостани. Така тенденція зберігається навіть у лісових господарствах із значною часткою твердолистих порід. Наприклад, впродовж 2015 року у Великобичківському ЛМГ було заготовлено 47 861 м³ деревини, з якої 23 465 м³ становили твердолисті, а 24 396 м³ – шпилькові [110].

Лісові господарства Рахівського району задовільняють потребу в деревині споживачів цього та інших адміністративних районів області та держави. Основні сортименти, що заготовлюються в ДЛМГ: пиловник – 40 %, будівельний ліс – 6 %, техсировина – 4 %, дрова – 50 %.

Враховуючи наявність в межах Рахівського району чотирьох гірських масивів, які по відношенню до лісокористування іноді є важкодоступними, а також наявне тут значне біорізноманіття, маємо 14 632,1 га старовікових лісів та пралісів [296, 302]. Згідно даних інвентаризації пралісів Ф. Д. Гамора та ін. це 37,8 % пралісів Закарпатської області [265].

У межах Рахівського району ліс відіграє вирішальну роль у формуванні та розвитку господарства (лісової, деревообробної галузей). В той же час, деревина є єдиним джерелом опалення для населення та промислового

виробництва району, що зумовлює зростання попиту, і як наслідок збільшення вирубки лісу. Так, у межах досліджуваної частини басейну річки Тиса у верхів'ї основних приток (р. Чорна Тиса, р. Біла Тиса, р. Шопурка, р. Косівська) можна побачити площі, що зазнали суцільної вирубки лісу, окремі з яких знаходяться у межах природоохоронної території Карпатського біосферного заповідника.

Ліс відіграє важливу роль у формуванні стоку води та наносів, а відтак впливає і на гідрохімічний режим вод річки Тиса та її приток збільшенням ерозії, стоку біогенних речовин та важких металів у поверхневі води. Так, збільшення площ як вибіркових, так і суцільних рубок деревостанів сприяє збільшенню вмісту азоту у другому (11,0–20,0 см) прошарку ґрунту, що відбувається після активізації процесів розкладання лісової підстилки. Водночас відбувається зменшення вмісту фосфору у верхніх шарах ґрунту [1].

Промисловість. Обсяг реалізованої суб'єктами господарської діяльності в Рахівському районі продукції у 2016 році становив 211,5 млн грн., в розрахунку на 1 особу – 2 283 грн. (по області – 13 969 грн.). За підсумками 2017 року обсяг реалізованої продукції зменшився на 9,3 % та становив – 192,6 млн грн., що становить лише 0,9 % загального обсягу продукції Закарпатської області [72].

Впродовж 2017 року спостерігається спад реалізації промислової продукції у деревообробній промисловості та виробництві меблів. У зв'язку з введенням нової редакції Санітарних правил в лісах України (постанова Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2016 року №756) кількість деревини, відведеної в рубку, скоротилася практично на 50 %, внаслідок чого зменшилося як виробництво, так і реалізації продукції лісової та деревопереробної галузей економіки.

Основу промислового виробництва району складають 24 підприємства, більшість з яких деревообробної галузі, серед основних ТзОВ «Карпати», ТОВ «ВГСМ» (сmt Великий Бичків), ПП «Крокус»

(сmt Ясіня) (рис. 2.29). Добувна галузь представлена підприємствами з видобутку вапняку, мармуру та доломіту ТОВ «Білкам» та ПАТ мармуровий кар'єр «Трибушани», які знаходяться в с. Ділове. Наразі єдине підприємство харчової промисловості з виробництва хліба, хлібобулочних виробів та борошняних кондитерських виробів ТОВ «Великобичківський хлібокомбінат» функціонує в селищі Великий Бичків та забезпечує своєю продукцією населені пункти всього району.

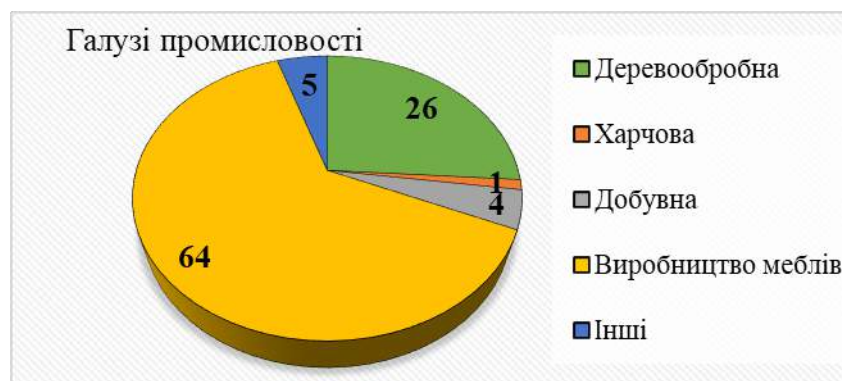


Рис. 2.29. Обсяг реалізованої продукції основних галузей промисловості Рахівського району за 2017 р., % (укладено автором за матеріалами Головного управління статистики у Закарпатській області)

Рахівський район багатий на поклади корисних копалин, особливо будівельного та оздоблювального каменю, мармуру, доломіту. Розвідані родовища бентонітової глини, туфу, цеоліту та руд золота зі значними покладами копалин, що свідчить про ресурсний потенціал розвитку промислового сектору району.

Занепад лісохімічної, целюлозно-паперової та харчової галузей промисловості, загальне зменшення виробничих потужностей промисловості Рахівського району впродовж останніх десятиліть, а також переформатування на малі та середні підприємства зумовило зменшення впливу на гідроекологічні стани вод річки Тиса. Так промислові стічні води «Великобичківського ЛХК», «Рахівської картонної фабрики», Ясінянського ВАТ «Хутро» та ливарного заводу в сmt Кобилецька Поляна у свій час були

основним атропогенним джерелом надходження важких металів (Cu, Zn, Pb) у води Тиси та її приток.

Сільське господарство. Вплив сільського господарства на якість річкових вод зумовлений, в основному: використанням органічних та мінеральних добрив при обробці орних земель; використанням під сільське господарство прибережних смуг та заплавл річок; облаштуванням гноєсховищ та літніх стоянок тварин у безпосередній близькості до річок; водовідведенням з рибогосподарських ставків у річки; відсутністю на тваринницький об'єктах та підприємствах очисних споруд та централізованого водовідведення.

Орографічні та кліматичні умови Рахівського району, а також історичний уклад зумовили специфіку ведення сільського господарства та структуру його виробництва з переважанням галузей тваринництва (вівчарства, молочно-м'ясне скотарство, птахівництво) над рослинництвом, 87 % та 13 % відповідно. Додамо до цього і низьку забезпеченість сільськогосподарськими угіддями, яких у районі (станом на 01.01.2016 р.) всього 35,5 тис га (18,8 % від площі району). Більшу частину цих угідь займають сіножаті та пасовища, майже 94 %, ріллею зайнято всього 1 872 га, що в перерахунку на одну особу становить 0,02 га при 0,14 га – у Закарпатській області.

Основу сільськогосподарського виробництва становлять приватні підсобні господарства, яких нараховується 19,8 тис та 55 фермерських господарств. На їх долю припадає більше 95 % продукції тваринництва, в тому числі молока, яєць, поголів'я овець та кіз. За останні роки обсяги виробництва продукції тваринництва зменшуються паралельно зі зменшенням поголів'я худоби. Негативна динаміка показників тваринництва зумовлена збільшенням собівартості продукції та відсутністю належних умов утримання худоби. З 2014 року фермерськими господарствами не було оброблено чи використано для випасу худоби жодного гектара сільськогосподарських площ. Втрата виробничих позицій традиційного для Рахівщини відгінно-пасовищного скотарства через низьку рентабельність

продукції, потребує дотацій з боку держави та створення конкурентних умов праці.

Серед продукції рослинництва, найбільш поширеними є зернові культури (кукурудза, ячмінь), зернобобові, картопля та овочі. Садівництво поширене на південному-заході району, в околицях селищ Великий Бичків, Кобилецька Поляна, сіл Луг, Верхнє Водяне, Водиця, Середнє Водяне та Біла Церква, де гірський рельєф змінюється більш пологим і в період Радянського Союзу існували великі колгоспні господарства. Виноградарство поширене в меншій мірі, а за рахунок суворих кліматичних умов тут вирощують переважно технічні сорти винограду з малими показниками урожайності.

Зменшення виробництва основних видів продукції рослинництва зумовлено економічною нерентабельністю власного вирощування, низькою врожайністю та зменшенням посівних площ. Частина продуктів рослинництва є кормовою базою для тваринницьких галузей району, а відтак зменшення одного виробництва зумовлює занепад іншого, структурно-зв'язаного сектору сільського господарства (зернові – поголів'я птиці – кількість яєць; картопля, овочі – поголів'я свиней – кількість м'яса).

Рекреація та туризм. Сфера рекреації та туризму в межах Рахівського району представлена великим різноманіттям природних та історико-архітектурних ресурсів. Серед основних принад Рахівщини виділимо наступні: Чорногірський, Свидовецький та Мармароський масиви, гірські озера Бребенескул, Догяска, Апшинецьке, Ворожеське та інші, водоспад Труфанець (висота 36 м), скельні виступи Жандарми біля гори Близниці, біля гори Великий Котел – «Свидовецькі скелі», букові праліси, стоянка первісних людей біля села Біла Церква, церква Вознесіння Господнього (Струківська церква) в селищі Ясіня та ряд інших об'єктів між якими в межах району та як складові Закарпатського туристичного шляху прокладені туристичні маршрути.

Станом на 2017 рік в районі офіційно нараховується 152 рекреаційно-туристичні об'єкти, до складу яких відносимо готелі, хостели, бази відпочинку, санаторії, садиби та приватні помешкання. Провідними у цій сфері є Карпатський біосферний заповідник, ТОВ «Драгобрат», санаторій

«Гірська Тиса», лікувально-оздоровчий комплекс «Високі Карпати», турбаза «Едельвейс». Станом на 2018 р. офіційно тільки 69 туристично-рекреаційних закладів забезпечують прийом туристів та рекреантів впродовж цілого року, серед яких 1 хостел та 55 сільських садиб ємністю понад 500 осіб. Впродовж 2017 року було прийнято 33,4 тис туристів, що на 16,4 тис менше, ніж у 2016 році, проте свідчить про поступове збільшення туристичних потоків з початку 2000-их років за рахунок розвитку інфраструктури [323]. В розрізі області Рахівський район забезпечує 8,7 % (4 місце) загальної ємності оздоровчих закладів та 14,6 % – туристичних закладів (2 місце). Попри наявність мінеральних вод, потік туристів та рекреантів до Рахівського району, зумовлений проведенням гастрономічних фестивалів «Гуцульська бринза», «Берлибаський банош», «Бичківські голубці», веломарафону «Стежками опришків», проведенням Дня добросусідства України з Румунією та ряду інших заходів. Проте, несистемна забудова територій, сприятливих для туристично-рекреаційного використання, низький рівень транспортної інфраструктури, неякісне водопостачання, відсутність регулярного вивезення побутових відходів та необхідність будівництва централізованих каналізаційних систем, у тому числі на полонині Драгобрат дестабілізують розвиток туристичної-рекреаційної галузі Рахівщини.

Кількісне навантаження рекреаційних та туристичних об'єктів на річки Рахівського району зумовлює різний ступінь впливу на гідрохімічний режим річок. Так у басейні річки Косівська лише 3 такі об'єкти, р. Шопурка – 4, р. Біла Тиса – 5, в межах ділянки р. Тиса м. Рахів – смт Великий Бичків – 12, в басейні Лазещини – 35, а Чорної Тиси – 93 (без суббасейну Лазещини) [72]. В басейнах Шопурки й Білої Тиси відсутня розвинена рекреаційна та туристична інфраструктури, наявне транспортне сполучення з районним та обласним центрами у незадовільному стані, що зумовлює низькі показники рекреаційного освоєння території.

Висновки до розділу 2

Територія Рахівського району є найвисокогірнішою частиною Українських Карпат із середньою висотою 1 147 м.н.р.м. Рельєф розчленований долинами річок Чорна Тиса, Біла Тиса, Шопурка, Косівська та власне Тиса, які розділяють гірські масиви Чорногори, Свидівця та Мармароських гір.

Басейн Тиси у межах Рахівського району розташований у зоні Флішових Карпат та Мармароського масиву. До алювіальних відкладів річкових долин приурочені гідрокарбонатні води, які відіграють важливу роль у живленні річок території дослідження, з переважанням під час зимової та літньої межени. Геоструктурні умови та гідрогеологічні особливості Рахівського району зумовлюють наявність водоносних горизонтів, що різняться умовами залягання водоносних шарів, живленням та розмивними характеристиками. Глибина залягання коливається від 9 до 20 м, а води, переважно, безнапірні. Розвідані джерела мінеральних вод впливають на показники мінералізації та вміст заліза у водах Тиси.

У межах Рахівського району виділяють такі геоморфологічні області: Верховинська, Полонинська, Мармароська. У межах досліджуваної частини басейну Тиси зустрічаються денудаційні, ерозійні, льодовикові та гравітаційні морфоскульптури.

Більшу частину території дослідження займають буроземи або бурі гірсько-лісові ґрунти на карбонатних (доломіти, вапняки), кристалічних (граніто-гнейси) породах, пісковиках, аргілітах. Більше 70 % усієї території вкрито лісами, в яких компактно сформовані округи дубових, букових та смерекових лісів з різними домішками.

Складна орографія та значна кількість опадів зумовили розвиток густої річкової мережі та гірський тип водотоків. Для Тиси та її допливів у межах Рахівського району характерним є паводковий режим, а найчастіше паводки проходять у теплий період (травень-жовтень). В окремі роки буває важко

виділити гідрологічні фази річок. Зимові межень малостійка з частими відлигами та дощами, весняне водопілля може проходити у декілька етапів, а літньо–осіння межень часто чергується з інтенсивними паводками. Амплітуда коливань рівнів на гідропостах Рахівського району змінюється від 3,1 м до 6,8 м. Середній багаторічний розподіл стоку наносів (2001–2010 рр.) за даними гідропоста р. Тиса (м. Рахів) такий: на весняний період припадає 36,79 % об'єму стоку наносів; 36,15 % – на період літніх паводків; 14,59 % – на зимовий період та 12,47 % – на осінній.

Господарство Рахівського району відіграє важливу роль у формуванні гідрохімічного режиму річок, зокрема щодо вмісту біогенних речовин, важких металів (Cu, Zn, Pb та ін.) та специфічних забрудників. Сучасний антропогенний вплив має наступні ознаки: орні землі займають менше 1 % території району та розташовані в основному на схилах вузьких річкових долин, заплавах, прибережних смугах; з 1990 р. по 2018 р. відбувся сильний спад водоемних галузей виробництва та 20-кратне зменшення об'єму використаної води; найбільшими забруднювачами річкових вод стали комунальні підприємства; у середньому 80 % використаної води скидається у поверхневі води, а механічну та біологічну очистку проходять не більше 10 % стічних вод; поширена суцільна система рубок; основу промислового виробництва району складають малі й середні підприємства лісової та деревообробної галузей; об'єми вод виробничого використання за період 1990–2018 рр. скоротились у 50 разів; основу сільського господарства району складають приватні господарства з переважанням тваринництва. Забруднення річкових зумовлені також наявністю облаштованих на берегах річок Чорна Тиса, Біла Тиса, Лазещина, Косівська та Шопурка стихійних сміттєзвалищ та сміттєзвалища міста Рахів, розташованого на лівому березі річки без жодних відмежувань та підпор.

Результати досліджень опубліковані автором у працях [163, 166, 170, 331].

РОЗДІЛ 3. ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК БАСЕЙНУ ТИСИ

Аналіз гіdroхімічного режиму річок басейну Тиси в межах Рахівського району здійснено на основі фондових матеріалів Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса, Державної екологічної інспекції у Закарпатській області та відібраних нами проб вод під час гіdroхімічної зйомки вод річок басейну Тиси в межах Рахівського району в період 2016–2018 років.

Найдовший статистичний ряд даних моніторингу на річці Тиса маємо у смт Великий Бичків (1994–2018 рр.). Статистична вибірка даних за 25 років дозволяє аналізувати багаторічну динаміку гіdroхімічних показників та в достатній мірі описати гіdroхімічний режим річки Тиса.

Для аналізу сезонних коливань гіdroхімічних показників якості вод нами проаналізовано дані наступних пунктів моніторингу впродовж періоду 2007–2018 рр.: р. Тиса (м. Рахів), р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС), р. Тиса (с. Ділове), р. Тиса (смт Великий Бичків), р. Шопурка (смт Великий Бичків). Для врахування впливу приток на гіdroекологічні стани річки Тиса нами було обрано 8 додаткових точок відбору проб, на яких за 2016 рік зроблено дві гіdroхімічні зйомки (усі в осінній період); за 2017 рік – три зйомки (весна, літо, осінь); за 2018 рік – одну (зима). Частина з цих модельних ділянок були апробовані під час спільного українсько-румунського дослідження екологічних станів річок верхів'я Тиси в межах Рахівського та Тячівського районів [309].

3.1. Фізико–хімічні показники води

Нами детально проаналізовані показники, важливі з точки зору аналізу середовища існування гіdroбіонтів, а саме: водневий показник (рН) та вміст розчиненого кисню (O_2). Щоб проаналізувати вміст органічних речовин у поверхневих водах, розглянемо показники біохімічного споживання кисню

п'ятидобове (БСК₅), хімічного споживання кисню (ХСК) та перманганатної окислюваності (ПО).

Аналіз статистичних рядів за період 1994–2018 рр. показує, що діапазон коливання середньорічних показників рН вод річки Тиса (смт Великий Бичків) становить 0,6 одиниць рН між 7,5 од. рН до 8,2 од. рН. Діапазон мінливості показника рН у водах річки Шопурка (смт Великий Бичків) за період 1995–2018 рр. у межах 7,6–8,2 од. рН. За період 2007–2018 рр. спостерігаємо сезонну мінливість показників рН з кроком 0,1 од. рН в річці Тиса (м. Рахів та смт Великий Бичків) до 0,3 од. рН у річці Шопурка (смт Великий Бичків) (рис. 3.1, Додатки Е 1, Е 2). Мінімальний показник 6,5 од. рН зафіксовано у пункті р. Тиса (смт Великий Бичків), а максимальний – 8,5 од. рН у річці Тиса (м. Рахів). Сезонна мінливість рН показника зумовлена, в основному, зміною водності та режиму живлення. Відтак, у період літньо-осінньої межені, після сніготанення та опадів показник рН у водах Тиси дещо зростає: середні багаторічні значення в межах 7,9 – 8,1 од. рН (м. Рахів, нижче ВУЖКГ; с. Ділове, нижче впадіння р. Вішеу), в той час як впродовж весняного та зимового сезонів зберігається відносна стабільність на рівні 7,9 од. рН вздовж усієї ділянки Тиси в межах Рахівського району. Така ж ситуація з Чорною Тисою (с. Білин) та Білою Тисою (с. Розтоки), тоді як середній багаторічний показник рН весною становить лише 7,7 од. рН, а в період межені 7,9 од. рН – влітку та 8 од. рН – взимку.

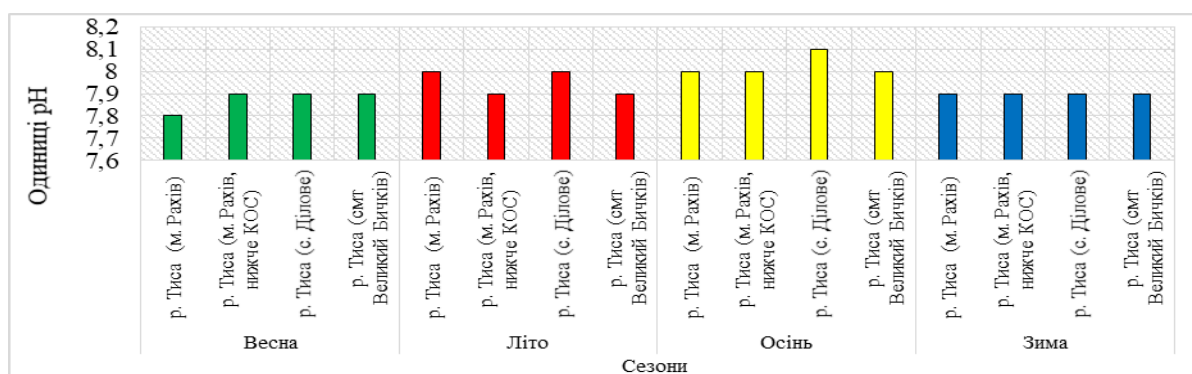


Рис. 3.1. Сезонні коливання показника рН у річці Тиса за період 2007–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Проаналізовані впродовж 24-річного періоду, статистичні вибірки концентрації іонів водню практично не виходять за межі рибогосподарських нормативів 6,5–8,5 [78, 90], а тому дають підстави віднести поверхневі води Рахівського району до категорії слаболужних [212]. Джерелами формування кислотності поверхневих вод річки Тиса та її основних приток виступають гідрокарбонати кальцію $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ та магнію $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Літом у водах приток Тиси спостерігаємо показники в діапазоні 7,9–8,4 одиниць рН (далі од. рН). Великим є також діапазон рН і восени, коли зафіксовано 7,5 од. рН у водах Чорної Тиси та 8,4 – у водах Білої Тиси (восени 2016 р.). Велика різниця зумовлена тим, що під час літньо-осіннього періоду у басейні Тиси відбуваються часті паводки, які також можуть впливати на коливання водневого показника у вигляді підлугування води. Меншими є, загалом, показники та коливання рН у водах приток Тиси впродовж весняного та зимового періоду, що обумовлено як водністю, так і зміною джерел живлення (рис. 3.2).

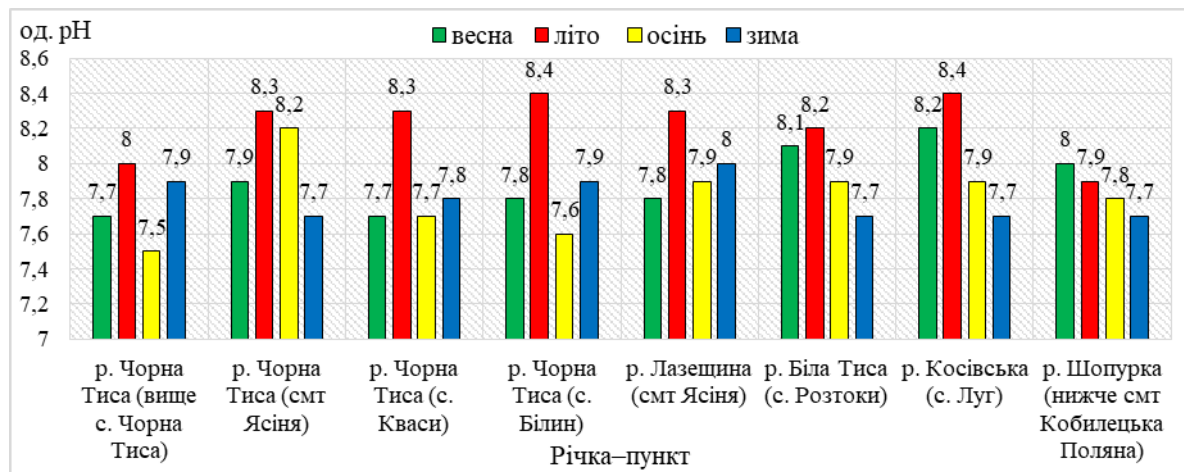
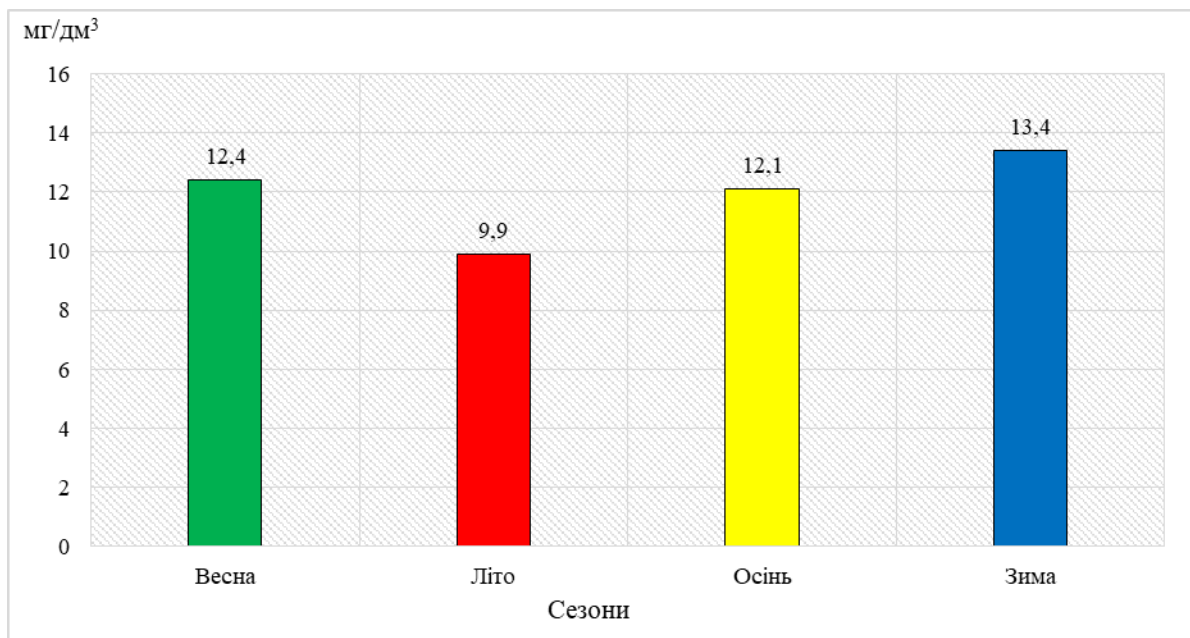


Рис. 3.2. Сезонні коливання показника рН за період 2017–2018 рр. у басейні р. Тиса в межах Рахівського району (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

Припускаємо, що коливання рН у поверхневих водах Тиси та її приток зумовлені також дією різних ґрунтоутворюючих порід (граніто-гнейсів, пісковиків, карбонатів тощо).

Вміст кисню (O_2) – важливий показник придатності середовища існування для водних організмів, а також цей газ виступає як окисник та сприяє мінералізації органічних речовин.

Вміст кисню має чіткий сезонний характер, позаяк залежить від інтенсивності продукування та витрат на процеси окиснення (біохімічне та хімічне споживання кисню). Логічно, що впродовж літнього та осіннього періодів, концентрація O_2 є найменшою впродовж року, адже рівень вод зменшується, а кисень активно витрачається на мінералізацію органічних речовин, у тому числі й тих, що надходять з поверхневим стоком. Рибогосподарська норма вмісту O_2 у поверхневих водах становить 6 мг/дм³ [78, 90]. Порушення норм не зафіксовано, а коливання у водах Тиси відбуваються в межах 9,9–13,4 мг/дм³ (рис. 3.3). Щодо приток Тиси, то ситуація з сезонною мінливістю концентрації кисню ідентична: найменші показники зафіксовані в період літньої межени, відповідно 10,1 мг/дм³ у річках Чорна Тиса та Біла Тиса та 10,4 мг/дм³ у р. Шопурка.



Ри

с. 3.3. Сезонна мінливість вмісту розчиненого кисню (O_2) у водах річки Тиса (м. Рахів) за період 2007–2018 рр.

(укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Відібрані нами проби вод показали вміст розчиненого кисню в діапазоні 9,2–12,8 мг/дм³. Винятком є проби вод річки Лазещина, результати яких показали низький вміст розчиненого кисню 6,3 мг/дм³ восени, 5,7 мг/дм³ – влітку, 5,9 мг/дм³ – взимку (рис. 3.4). Концентрації розчиненого кисню нижче ГДК_{рибогосп.} (6 мг/дм³) у водах Лазещини зумовлені сповільненням течії за рахунок кам'яно-накидної підпори з бетонним укріпленням, яка зумовлює збільшення кількості органічних речовин та мікроелементів, на окиснення яких витрачається багато кисню. Причинами є також несанкціоновані сміттєзвалища на берегах річки, побутові стічні води та стік дощової каналізації.

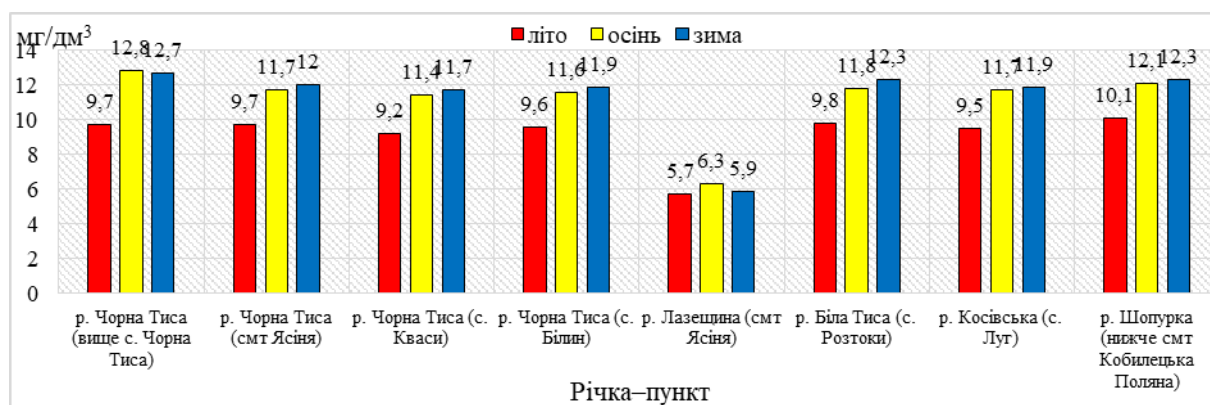


Рис. 3.4. Сезонна мінливість концентрації розчиненого кисню (O₂) за період 2017–2018 рр. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

Вміст органічних речовин у поверхневих водах є важливою характеристикою екологічного стану водотоків, так як за допомогою показників перманганатної окислюваності (ПО), біохімічного споживання кисню за 5 діб (БСК₅) та хімічного споживання кисню (ХСК) відображається активність процесів життєдіяльності гідробіонтів.

Перманганатна окислюваність (ПО) показує концентрацію органічних сполук легкодоступних для гідробіонтів. Гранично допустимі концентрації ПО у поверхневих водах рибогосподарського використання становлять 5 мг/дм³ [78, 90]. За період 2007–2018 рр. середні багаторічні концентрації не перевищують встановлене нормативне значення, а знаходяться на рівні

2,7 мг/дм³ у верхів'ї Тиси (м. Рахів), 2,9 мг/дм³ – нижче за течією (сmt Великий Бичків). Діапазон коливання середньорічних показників ПО у водах річки Тиса (сmt Великий Бичків) впродовж 1994–2018 рр. знаходиться у межах 1,8–5 мг/дм³ (рис. 3.5).

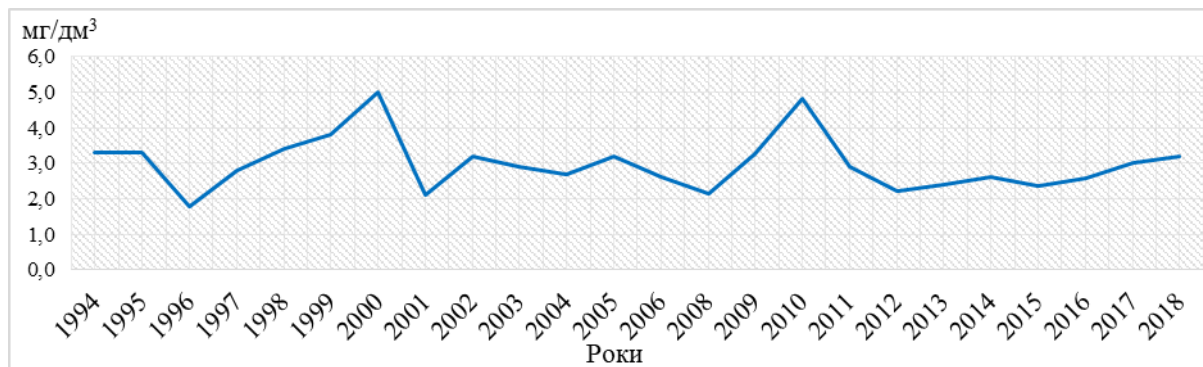


Рис. 3.5. Динаміка середньорічних показників перманганатної окислюваності (ПО) у водах р. Тиса (сmt Великий Бичків) за період 1994–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Аналізуючи динаміку показника ПО за період 2007–2018 рр. у чотирьох пунктах відбору проб води річки Тиса, одного пункту на річці Шопурка та вибірки за 2007–2011 рр. по Чорній Тисі та Білій Тисі, припускаємо залежність показника ПО від антропогенного впливу та поверхневого стоку у весняний період [332]. Найбільший показник ПО – 12 мг/дм³ зафіксовано у пункті р. Тиса у с. Ділове, що нижче румунської притоки Вішеу влітку 2001 року та взимку 2003 року, в той же час нижче за течією у пункті спостереження сmt Великий Бичків відповідні показники становлять 4 мг/дм³ та 2 мг/дм³. В підсумку можемо говорити про звичайний перебіг реакцій споживання кисню на окислювання.

За період 2016–2018 років, у відібраних нами пробах вод Чорної Тиси, Білої Тиси, Лазещини, Косівської та Шопурки не виявлено перевищення ГДК_{рибгосп.} (рис. 3.6). Проте, помічаємо тенденцію до зростання показника ПО вниз за течією річки Чорна Тиса [331]. Перше зростання зафіксовано нижче впадіння річки Лазещина, наступне – нижче санаторію «Гірська Тиса» (с. Кваси) та у гирлі річки (с. Білин). З цього випливає, що показник ПО може

збільшуватись в результаті впливу окремих антропогенних об'єктів (скиду стічних вод, засмічення русел, стічних вод тваринницьких ферм та впливу ставкового рибництва).

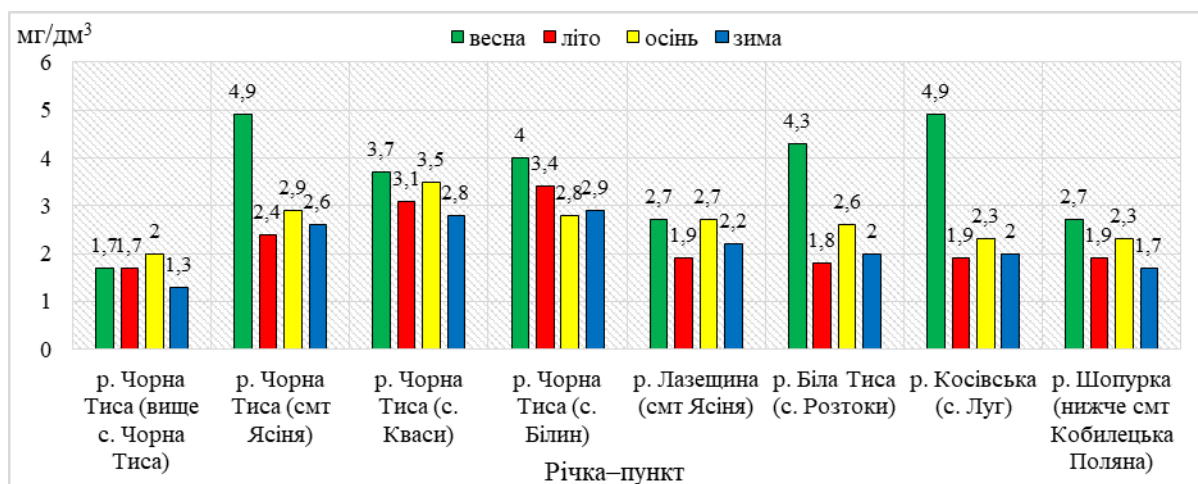


Рис. 3.6. Сезонна динаміка перманганатної окислюваності за період 2017–2018 рр. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

Показники біохімічного та хімічного споживання кисню (БСК₅, ХСК) характеризують динаміку самоочищення водотоків за рахунок реакцій споживання кисню на окиснення мікроелементів та органічних речовин, що легко окислюються [76].

У період з 1994 р. по 2006 рік у пункті р. Тиса (сmt Великий Бичків) найбільше середньорічне значення БСК₅ зафіксовано у 1999 році на рівні 4,7 мг/дм³, а максимальне на рівні 8 мг/дм³ – влітку 2002 року (рис. 3.7). Спостерігаємо також позитивну динаміку зменшення середньорічних значень біохімічного споживання кисню (БСК₅) у водах Тиси з початку 2000-их років. У цей період у Рахівському районі спостерігаємо спад виробничих потужностей, різке зменшення забору водних ресурсів для виробничих потреб і, як наслідок, зменшенням об'ємів стічних вод, що в свою чергу відобразилось на показниках біохімічного та хімічного споживання кисню у водах річок Тиса, Шопурка, Чорна Тиса та Біла Тиса. Додамо до цього також вдосконалення лабораторно-методичної бази Басейнового управління водних

ресурсів річки Тиса. Відтак, отримуємо показники з меншими похибками та вищим ступенем достовірності даних лабораторних аналізів.

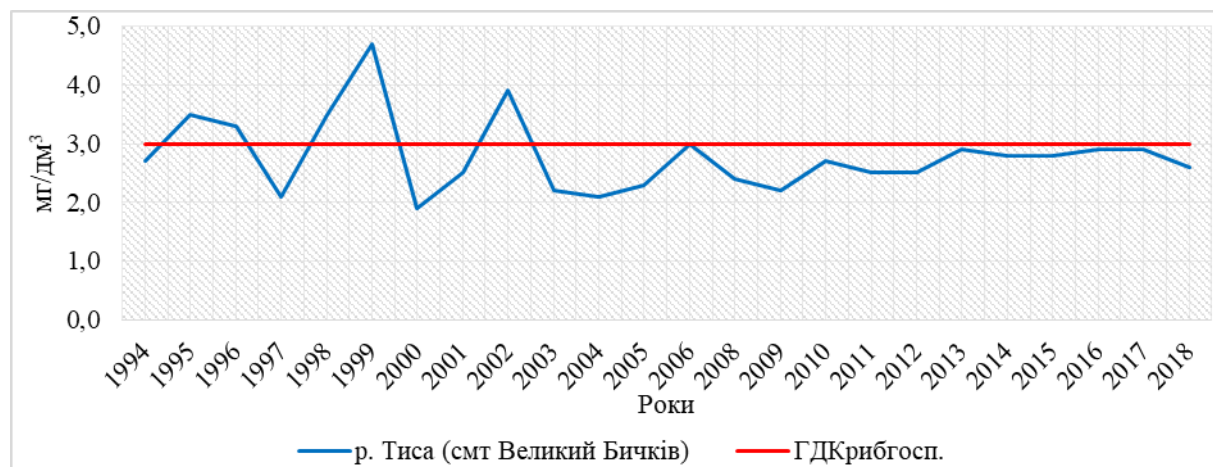


Рис. 3.7. Динаміка середньорічних значень БСК₅ у водах р. Тиса впродовж 1994–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

За період 2007–2018 рр. спостерігаємо чітку динаміку зростання значень БСК₅ у водах р. Тиса в низ за течією на ділянці м. Рахів – снт Великий Бичків (рис. 3.8). Впродовж цього періоду, в середньому на 25 % зростають значення БСК₅ у пункті р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС) після скиду комунальних стічних вод у порівнянні з пунктом на 1 км вище за течією р. Тиса (м. Рахів). У пункті р. Тиса (с. Ділове) нижче м. Рахів середньорічні значення знаходяться в межах ГДК_{рибгосп.} <3 мг/дм³, за винятком 2007 року, коли середньорічний показник становив 3,3 мг/дм³.

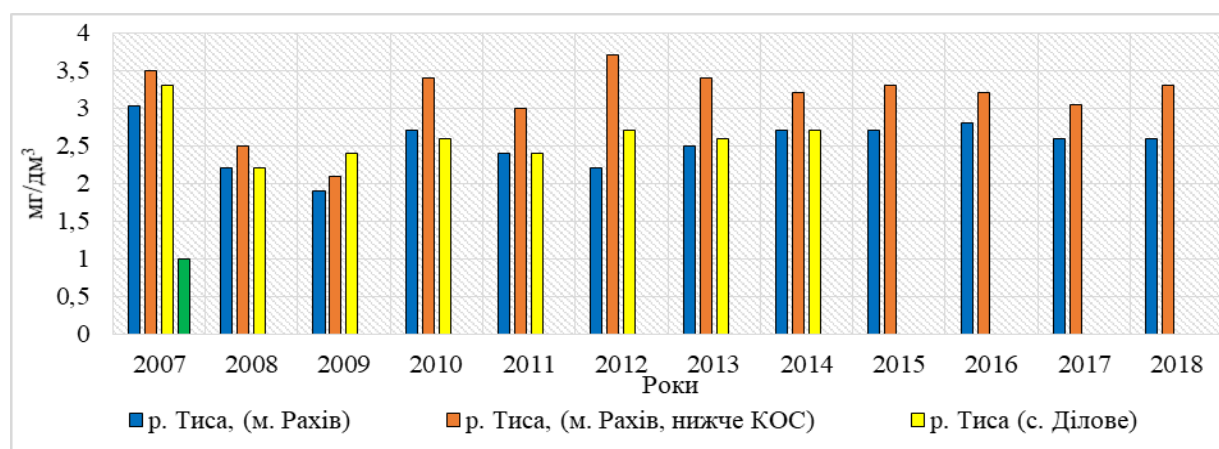


Рис. 3.8. Динаміка середньорічних значень БСК₅ у водах Тиси впродовж 2007–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

За аналогічний період спостережень зміни значень хімічного споживання кисню (ХСК) мають спільний з БСК₅ характер. Чітко зростають показники нижче місця скиду побутових стічних вод м. Рахів у пункті р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС), що може вказувати на антропогенний чинник впливу на якість вод р. Тиса (рис. 3.9). За даними БУВР р. Тиса та в результаті проведених нами гідрохімічних зйомок перевищення ГДК_{рибгосп.} <15,0 мг/дм³ не було зафіксовано. Максимальне значення ХСК вод Тиси зафіксовано лише в червні 2003 року у пункті р. Тиса (с. Ділове) на рівні 12,2 мг/дм³, що разом з показником БСК₅ на рівні 6,9 мг/дм³ в період літньої межені дає підстави говорити про органічне забруднення вод р. Тиса нижче очисних споруд м. Рахів та вплив румунської притоки р. Вішеу.

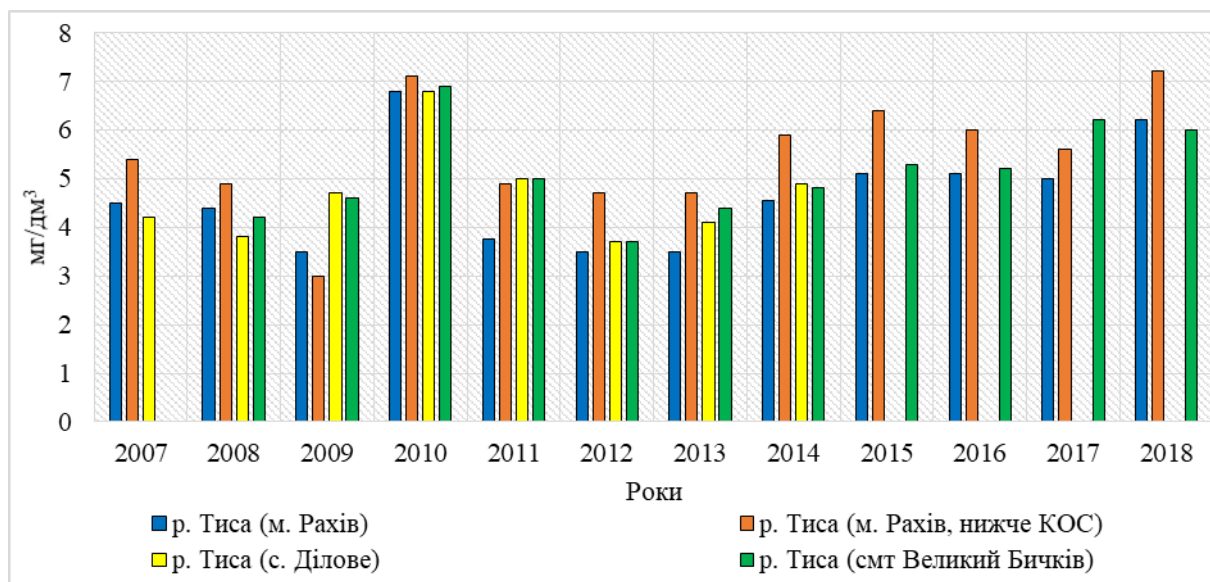


Рис. 3.9. Динаміка середньорічних значень ХСК у водах Тиси впродовж 2007–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Сезонна мінливість показників біохімічного (БСК₅) та хімічного (ХСК) споживання кисню, у відібраних за період 2016–2018 років пробах, відбувається в межах нормованих значень (рис. 3.10). Виняток становлять відібрані весняні проби води у річках Чорна Тиса (окрім точки відбору проб вище с. Чорна Тиса), Біла Тиса, Косівська та Шопурка за показником БСК₅ (Рис. 3.11).

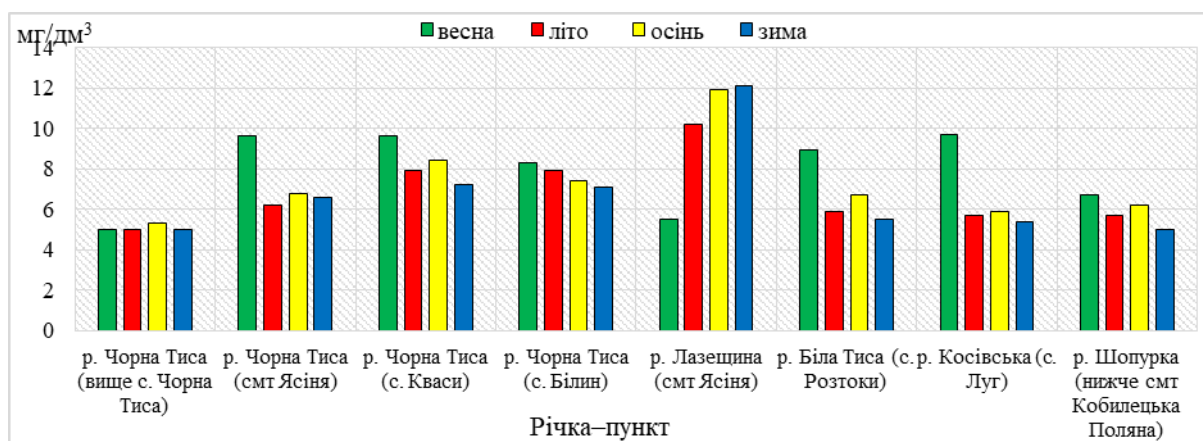


Рис. 3.10. Сезонна мінливість показників ХСК за період 2017–2018 рр.

(укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

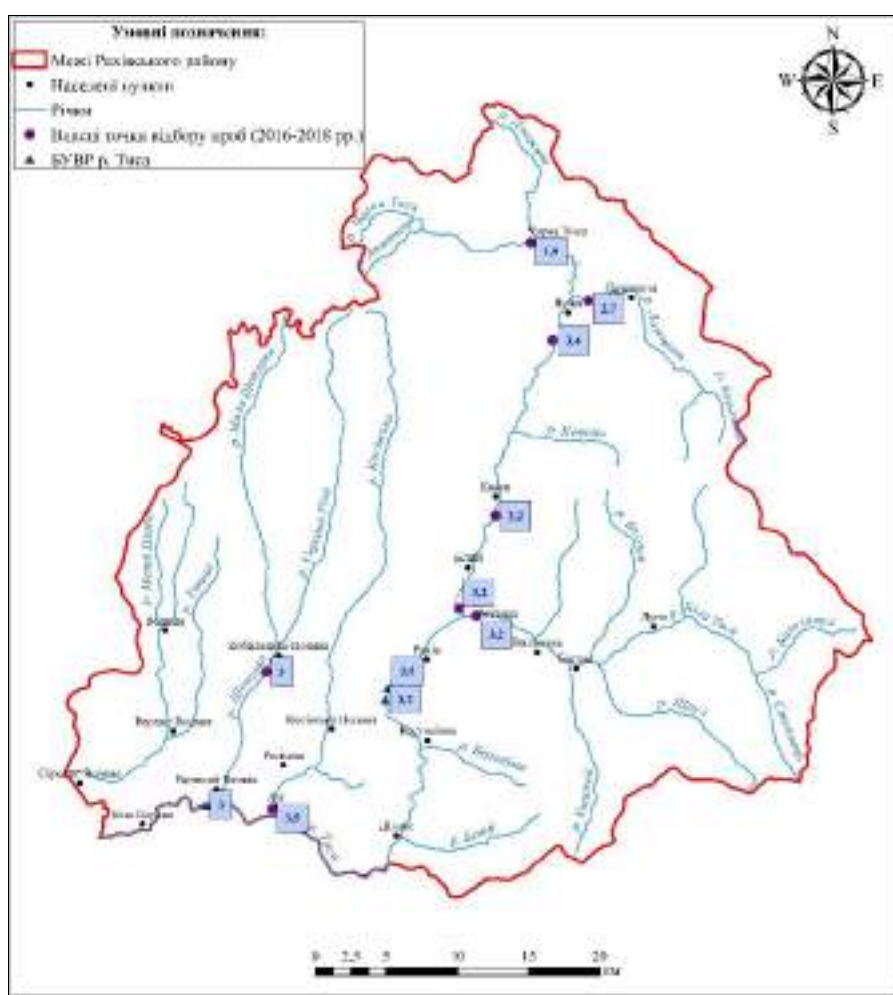


Рис. 3.11. Просторова диференціація показника БСК₅ (весна 2017 р.)

(укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок та БУВР р. Тиса)

Зростання показників споживання кисню за умов збільшення водності рік у весняний період вказує на органічне забруднення поверхневих вод.

3.2. Головні іони та мінералізація води

Мінералізація вод є важливим показником гідроекологічного стану вод. Для аналізу багаторічної або сезонної динаміки використовують різні показники [76, 155]. Мінералізацію поверхневих вод у р. Тиса та її притоках нами проаналізовано використовуючи показник сухого залишку, що відображає концентрацію домінуючих у водах солей, які залишились після випаровування та висушування залишку при температурі 105°C. Сухий залишок включає органічні та мінеральні домішки у вигляді неорганічних солей гідрокарбонатів (HCO_3^-), хлоридів (Cl^-), сульфатів (SO_4^{2-}), кальцію (Ca^{2+}), магнію (Mg^{2+}), калію і натрію ($\text{Na}+\text{K}$), а також органічних солей, розчинних у воді.

Концентрація сухого залишку залежить від геологічних особливостей водозбірної басейну річки (наявності розчинних мінералів кальциту, доломіту та вапнякового цементу у пісковиках), потрапляння вказаних солей зі скидами промислових стічних вод, стоку з сільськогосподарських земель та зливовими водами. Окрім цього варто враховувати також умови зволоження, режим живлення, виходи ґрунтових вод, густоту річкової мережі та антропогенний вплив [2]. Джерелом водопостачання в межах Рахівського району є водоносні горизонти в четвертинних, палеогенових, крейдових відкладах, де зустрічаються шари пісковику та сланців [87]. Середньорічні показники сухого залишку у водах річки Тиса (сmt Великий Бичків) коливаються в межах до 105–190 мг/дм³ (рис. 3.12). Така зміна мінералізації вод річки Тиса пов'язана з гідрологічним режимом Тиси. Зростання показників мінералізації вод р. Тиса, зокрема у 2000 р., пов'язані з тим, що впродовж літньо-осіннього періоду зафіксовані менші витрати у порівнянні з попередніми роками. Поверхневі води річки Тиса за абсолютними значеннями сухого залишку віднесемо до категорії прісних вод з малою (до 200 мг/дм³) та середньою мінералізацією (200–500 мг/дм³) згідно класифікації Алексіна О. О. [2], до ультрапрісних (до 200 мг/дм³) і прісних вод

(200–500 мг/дм³) – за Овчинніковим О. М., (1954 р.) та до помірно прісних (100–600 мг/дм³) – за Хільчевським В. К. [333].

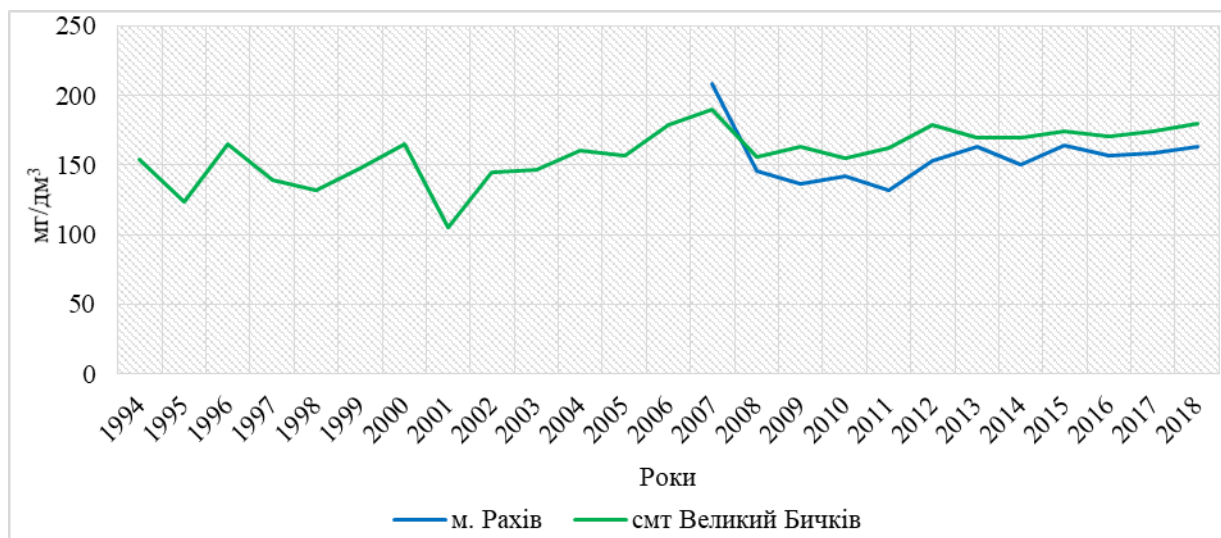


Рис. 3.12. Багаторічна динаміка середньорічних значень сухого залишку у водах р. Тиса за період 1994–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Мінералізація поверхневих вод є важливим індикатором екологічного стану водних екосистем, а тому розглянемо зміни показника сухого залишку у водах річки Тиса вниз за течією більш детально. Зростання середньорічних показників сухого залишку в середньому на 11 % спостерігаємо у пункті нижче каналізаційно-очисних споруд (КОС) міста Рахова, що пов'язано з впливом стічних вод (рис. 3.13). Далі за течією мінералізація зменшується, іноді до 20 %, підтвердженням цьому є ряд показників сухого залишку в межах с. Ділове нижче впадіння, з румунської сторони, річки Вішеу за період 2007–2014 рр. Середній багаторічний показник сухого залишку у водах річки Шопурка становив 197,5 мг/дм³, а середньорічні показники коливалися в межах 129,4–398 мг/дм³.

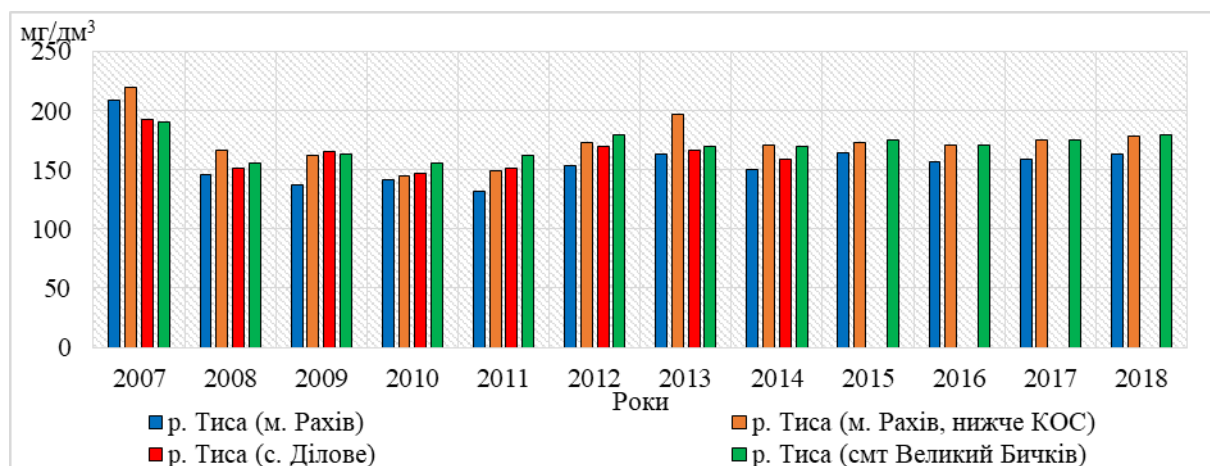


Рис. 3.13. Багаторічна динаміка середньорічних значень сухого залишку у водах р. Тиса за період 2007–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Аналіз багаторічних даних засвідчує, що домінуючими іонами у поверхневих водах верхів'я річки Тиса та її основних приток є аніони гідрокарбонату (HCO_3^-) та катіони кальцію (Ca^{2+}). Згідно класифікації Алекіна О. О. [2] води Тиси належать до класу гідрокарбонатних і групи кальцієвих. Так, розрахована відсотково–еквівалентна форма сольового складу вод річки Тиса – сmt Великий Бичків за 2004 рік визначила приналежність гідрокарбонатно кальцієвих вод до I-го та II-го типів (C_I^{Ca} та $\text{C}_{II}^{\text{Ca}}$), зміна яких відбувається за рахунок збільшення частки іонів кальцію (Ca^{2+}) (рис. 3.14, табл. 3.1).

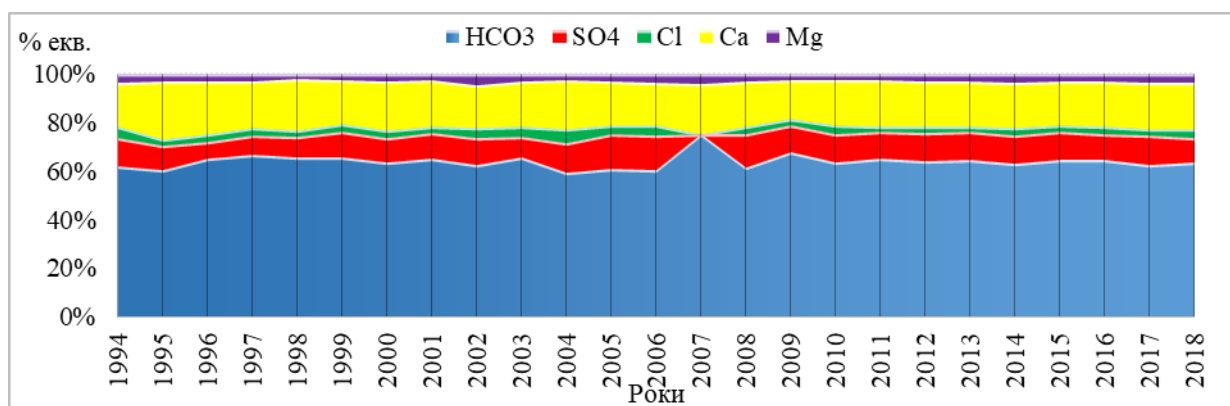


Рис. 3.14. Багаторічна динаміка вмісту головних іонів у р. Тиса (сmt Великий Бичків) за період 1994–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Таблиця 3.1

Сольовий склад води річки Тиса (сmt Великий Бичків) за сезонами 2004 року
за формулою Курлова (%-еквівалентна форма)*

Сезон року	Склад води за формулою Курлова	Клас води за Алєкіним	Група води за Алєкіним	Тип води за Алєкіним
Весна	$0,13 \frac{\text{HCO}_3 71 \text{SO}_4 25 \text{Cl} 4}{\text{Ca} 56 (\text{Na} + \text{K}) 32 \text{Mg} 12}$	Гідрокарбонатні	Кальцієві	I
Літо	$0,21 \frac{\text{HCO}_3 70 \text{SO}_4 17 \text{Cl} 3}{\text{Ca} 71 (\text{Na} + \text{K}) 21 \text{Mg} 8}$	Гідрокарбонатні	Кальцієві	II
Осінь	$0,18 \frac{\text{HCO}_3 83 \text{SO}_4 14 \text{C} 3}{\text{Ca} 83 (\text{Na} + \text{K}) 7 \text{Mg} 10}$	Гідрокарбонатні	Кальцієві	II
Зима	$0,15 \frac{\text{HCO}_3 83 \text{SO}_4 13 \text{Cl} 4}{\text{Ca} 73 (\text{Na} + \text{K}) 19 \text{Mg} 8}$	Гідрокарбонатні	Кальцієві	I

*Складено автором за матеріалами БУВР р. Тиса

За період 1994–2018 рр. у водах річки Тиса (сmt Великий Бичків) спостерігаємо сезонну мінливість концентрації гідрокарбонатних іонів у межах 61–171 мг/дм³. Зміни концентрацій гідрокарбонатів відбуваються також вниз за течією Тиси, зокрема збільшуються після скиду комунальних стічних вод м. Рахів та дещо зменшуються в межах транскордонної ділянки с. Ділове–сmt Великий Бичків після впадіння р. Вішеу та р. Шопурка.

Хлориди (Cl⁻) та сульфати (SO₄²⁻) у поверхневих водах можуть бути як органічного, так і мінерального походження. Таким чином джерелом надходження цих солей є розчинення хлоровмісних та сірковмісних мінералів, вивітрювання гірських порід, рештки рослинних і тваринних організмів, підземний стік, а також промислові, комунальні та сільськогосподарські стічні води.

Хлорид-іони у поверхневих водах нормуються значенням 300 мг/дм³ для вод рибогосподарського використання та 350 мг/дм³ – господарсько-питного [78, 90]. Нормативні значення сульфат-іонів, відповідно, 100 мг/дм³ для рибогосподарських потреб та 500 мг/дм³ – для господарсько-питного водокористування. Розраховані середні та максимальні концентрації

хлоридів у водах Тиси не перевищували нормовані значення, а максимальне значення за період 1995–2018 рр становило 136 мг/дм³ у пунктів р. Тиса (с. Ділове), а сульфатів – 40,2 мг/дм³ у пункті р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС). Концентрації хлоридів і сульфатів у водах річок Рахівського району піддається сезонним коливанням та зростають у період зимової та літньої межені. Сезонні коливання у період 2007–2018 рр. по вмісту хлоридів не перевищують 7 мг/дм³, а сульфатів – 26 мг/дм³.

Іони кальцію (Ca^{2+}) та магнію (Mg^{2+}) надходять у поверхневі води в результаті процесів хімічного вивітрювання та розчинення вапняків, мергелів та доломітів, а також зі скидами підприємств хімічної промисловості та поверхневим стоком із сільськогосподарських угідь. ГДК вод рибогосподарського використання становлять 180 мг/дм³ для кальцію та 40 мг/дм³ – для магнію [78, 90]. У водах річок Рахівського району за досліджуваний період не зафіксовано перевищення норм, а максимальні значення у пункті спостереження р. Тиса (сmt Великий Бичків) становили 11 мг/дм³ магнію та 54 мг/дм³ – кальцію. Незначні сезонні коливання концентрацій кальцію та магнію у водах Тиси зумовлені інтенсивністю процесами вивітрювання та поверхневим стоком. За період 2017–2018 рр. у водах приток Тиси в межах Рахівського району щодо іонного складу простежуються вищеописані тенденції сезонної мінливості, залежності від гідрологічних умов та переважання гідрокарбонатів у поверхневих водах (рис. 3.15, 3.16).

Аналіз даних моніторингу за період 2007–2018 рр. свідчить про тенденцію зміни мінералізації вод в залежності від фази водності річок (Додатки Ж 1, Ж 2). На прикладі пункту моніторингу вод річки Тиса – сmt Великий Бичків маємо коефіцієнт кореляції між сухим залишком та витратами води $r = -0,7$, що підтверджує обернений кореляційний зв'язок (рис. 3.17). Зауважимо, що під час зимової та літньої межені значну роль у формуванні іонного складу вод та загальної мінералізації відіграють гідрокарбонатні води алювіальних відкладів річкових долин.

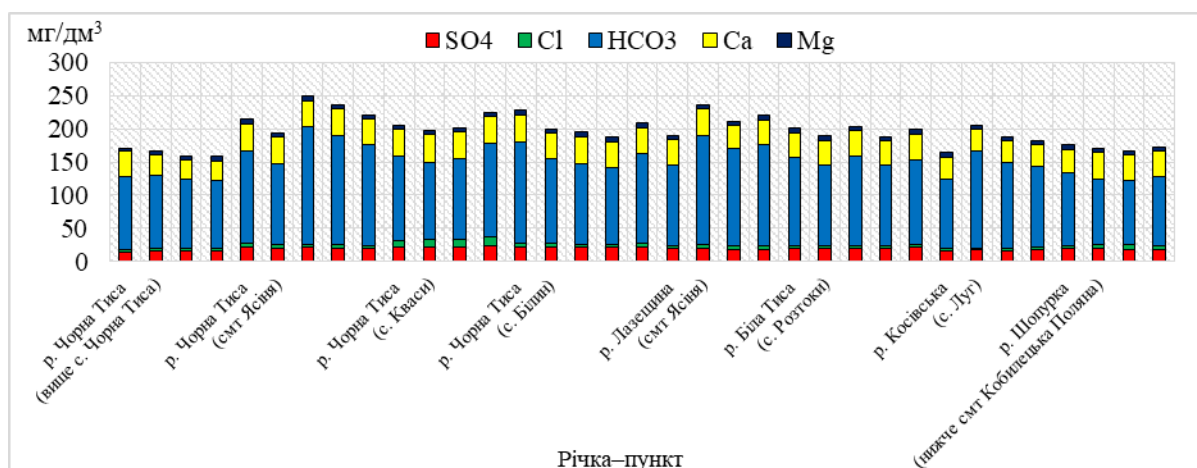


Рис. 3.15. Сезонна динаміка іонного складу вод за період 2017–2018 рр.
(укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

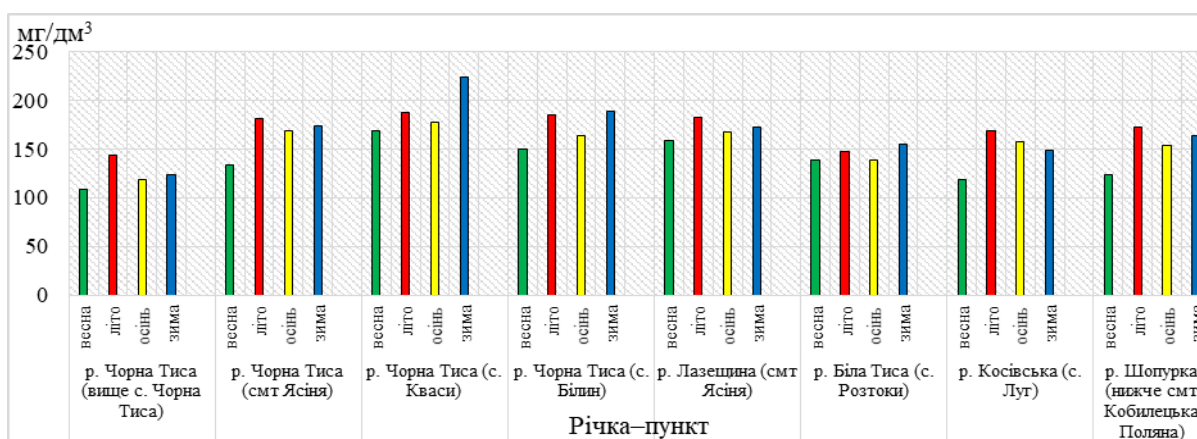


Рис. 3.16. Динаміка значень сухого залишку у водах річок басейну Тиси за сезонами за період 2017–2018 рр. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

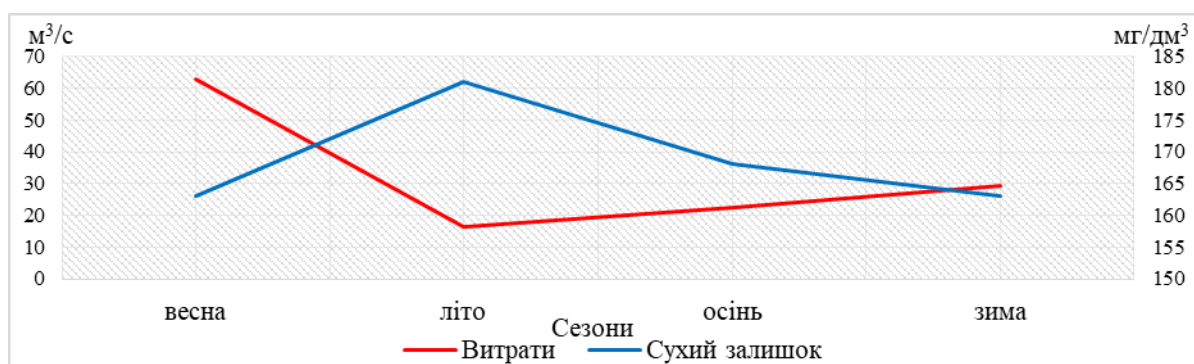


Рис. 3.17. Сезонна мінливість сухого залишку і витрат води р. Тиса (сmt Великий Бичків) за період 2017–2018 рр. (укладено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ і гідрохімічних зйомок)

Сезонні коливання сухого залишку за період 2016–2018 рр. відображають залежність від зміни водності річок впродовж року та вниз за течією. Так у водах Чорної Тиси бачимо збільшення показника сухого залишку після впадіння річки Лазещина та нижче санаторію «Гірська Тиса», робота якого обумовлена наявністю джерел мінеральних вод.

3.3. Біогенні речовини

Біогенні речовини – це група показників, що включає в себе мінеральні сполуки азоту (амоній сольовий NH_4^+ , нітрити NO_2^- , нітрати NO_3^-), фосфору (фосфати PO_4^{3-}) відіграють важливу роль у життєдіяльності гідробіонтів. Водночас наявність біогенів у воді зумовлена, в основному, процесами життєдіяльності саме цих організмів, розпадом їх решток, надходженням із поверхневого стоку територій сільськогосподарських угідь та стічними водами комунального сектору та окремих домогосподарств. Вміст біогенних речовин у поверхневих водах, за референційних умов, незначний, а коливання показників зумовлені природними процесами та можуть мати сезонний характер. Перевищення нормативних значень окремих показників вмісту біогенних речовин зумовлені господарською діяльністю в межах заплави, побутовими стічними водами та засміченням русла. Концентрації амоній-іонів у річкових водах зазвичай становлять десяті або навіть соті частки мг/дм^3 , а нормативні значення для вод рибогосподарського використання становлять $0,5 \text{ мг/дм}^3$, господарсько-питного – 2 мг/дм^3 [78, 90].

Згідно моніторингових даних БУВР р. Тиса бачимо досить великий діапазон коливань вмісту амонію у водах Тиси від $0,02 \text{ мг/дм}^3$ у пункті р. Тиса (м. Рахів) до $0,8 \text{ мг/дм}^3$ у пунктах р. Тиса (с. Ділове) та р. Тиса (смт Великий Бичків). У пунктах нижче м. Рахів перевищення ГДК_{рибгосп.} можуть бути спричинені скиданням недостатньо очищених комунальних стічних вод, а на показники в с. Ділове, можливо, впливає румунська притока

р. Вішеу. Так у пунктів р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС) за середньорічними даними спостерігаємо зростання вмісту амонію до 5 разів (рис. 3.18).

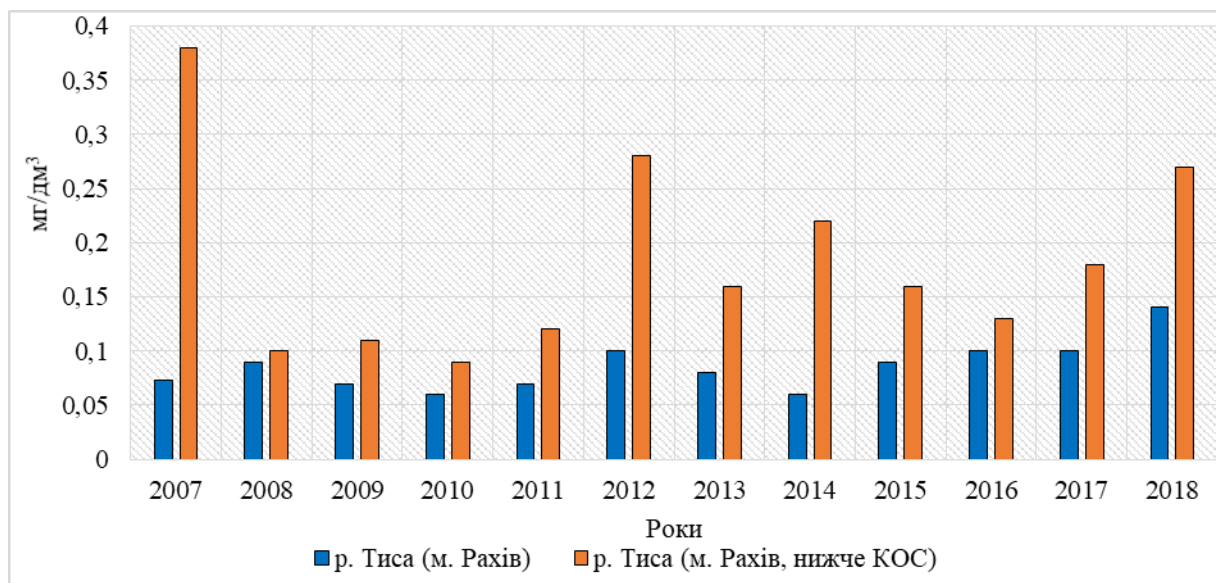


Рис. 3.18. Динаміка середньорічних значень амонію у водах р. Тиса впродовж 2007–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Серед найбільших антропогенних джерел надходження амонію у поверхневі води Тиси в межах досліджуваної території вкажемо наступні: фермерські господарства, гноєсховища та літні табори для утримання тварин, господарсько-побутові стічні води, а також стічні води з підприємств харчової галузі («Консервний завод»), лісохімічної промисловості («Великобичківський ЛХК») та хімічної промисловості («Рахівська картонна фабрика»). Також джерелами надходження у поверхневі води р. Тиса та її приток амонію можуть бути численні туристично-рекреаційні об'єкти та приватний сектор. Більшість цих об'єктів розташовані безпосередньо на берегах водотоків або на незначній відстані. Враховуючи відсутність очисних споруд, каналізаційної мережі чи септиків, вони становлять небезпеку з точки зору забруднення поверхневих вод біогенами.

Нітрити (NO_2^-) у поверхневих водах річок перебувають у розчинній формі та утворюються в результаті окиснення амонію та подальшого утворення нітратів (NO_3^-) у процесі нітрифікації або відновлюються з

нітратів підземних вод. Значна кількість азотовмісних сполук може надходити з атмосферними опадами та поверхневим стоком.

ГДК_{рибгосп.} нітритів у поверхневих водах становлять 0,08 мг/дм³, а нітратів – 40 мг/дм³ [78, 90]. Значення нітритів у річках Рахівського району коливаються від тисячних до десятих частин мг/дм³. Так за період 1994–2018 рр. середнє багаторічне значення вмісту нітритів у водах р. Тиса (сmt Великий Бичків) становило 0,03 мг/дм³, а діапазон коливань абсолютних значень – 0,002–0,14 мг/дм³. Середньорічні концентрації нітритів за період 1994–2018 рр. у водах Тиси не перевищували ГДК_{рибгосп.}. А сезонні коливання зумовлені збільшенням інтенсивності розкладу органічної речовини у весняний період зі збільшенням водності річок та поверхневого стоку. Зростання концентрації нітритів триває до кінця літньо-осінньої межені, в період найбільшої активності фітопланктону, після чого йде поступове зменшення вмісту нітритів у вода річки Тиса та її приток.

За аналогічний період спостереження концентрації нітратів (NO₃⁻) у водах Тиси та її основних приток у межах Рахівського району не перевищували ГДК_{рибгосп.} (рис. 3.19). Максимальне значення було зафіксовано у водах річки Тиса у пункті сmt Великий Бичків на рівні 13 мг/дм³, а мінімальні значення вмісту нітратів зафіксовані на рівні аналітичного нуля, при цьому діапазон середньорічних значень сягає лише 0,4–4 мг/дм³.

Діапазон сезонних коливань нітратів у водах річки Тиса за період 2007–2018 рр. у середніх багаторічних показниках не перевищував крок 0,4 мг/дм³ (Додатки 3 1, 3 2). Сезонна мінливість концентрацій нітратів у водах має ряд особливостей: по-перше, спостерігаємо зростання показників у весняно-літній період, коли активно ведуться роботи на сільськогосподарських угіддях; по-друге, незначне збільшення показників у період зимової межені, коли за умови розкладання органічних речовин утворюються мінеральні форми азоту.

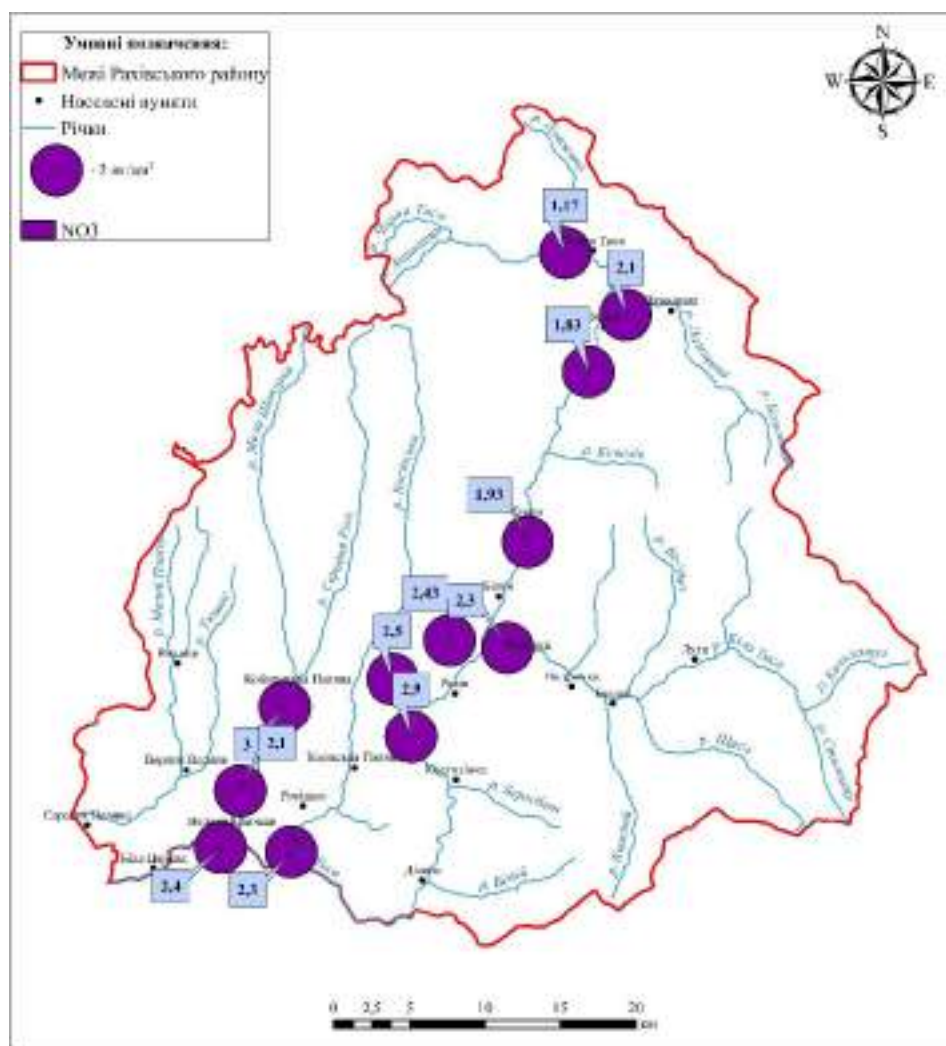


Рис. 3.19. Середньорічний вміст нітратів (NO_3^-) у водах річок Раківського району, станом на 2017 р. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок та матеріалами БУВР р. Тиса)

Фосфати (PO_4^{3-}) є важливим показником продуктивності біологічних процесів у водотоках, а підвищення їхніх концентрацій сприяє росту водоростей, рослин та збільшенню кількості фіто- та зоопланктону, а відтак і сприяють збільшенню кількості відмерлих решток. ГДК_{рибгосп.} для поверхневих вод становить 0,17 мг/дм³ [78, 90]. Згідно даних моніторингу максимальні концентрації фосфатів у водах Тиси (сmt Великий Бичків) – 0,4 мг/дм³. Сезонні коливання вмісту фосфатів зумовлені ерозією та стоком з орних земель, побутовими стоками, в яких містяться синтетичні миючі

засоби та продукти життєдіяльності (нечистоти). Найбільші концентрації спостерігаємо у весняний період та після проходження паводків восени.

Середньорічні показники вмісту фосфатів у водах річки Тиса близькі до нормативного значення для вод рибогосподарського використання, а підвищення спостерігаємо нижче КОС м. Рахів та в кінцевому пункті моніторингу якості вод Рахівського району в смт Великий Бичків, нижче гирла р. Шопурка (рис. 3.20).

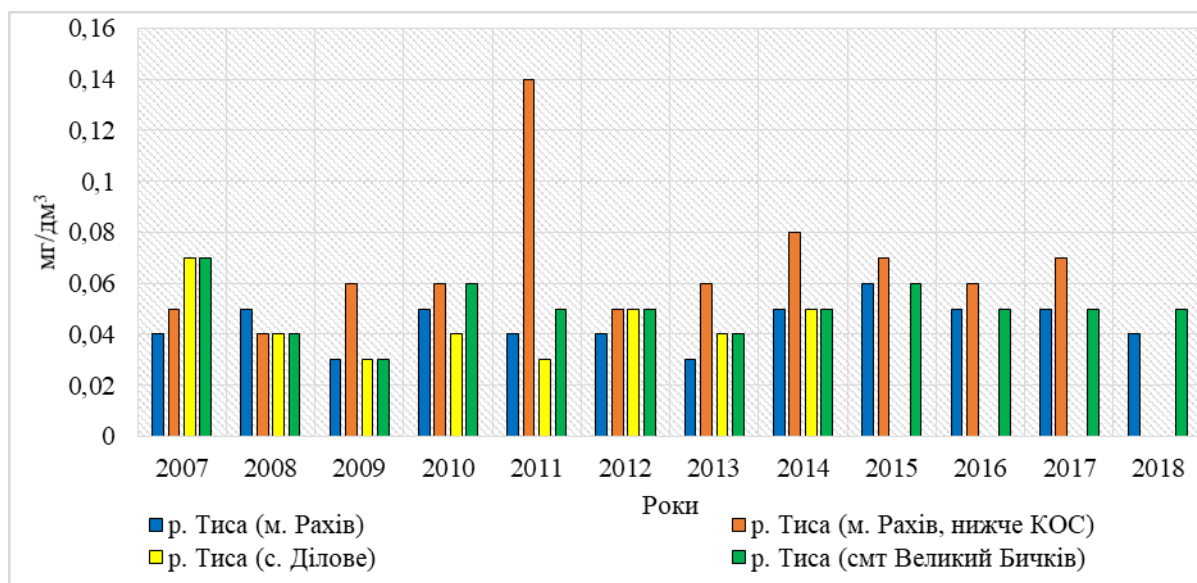


Рис. 3.20. Багаторічна динаміка вмісту фосфатів ($P-PO_4$) у водах річки Тиса за період 2007–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Результати гідрохімічних зйомок 2016–2018 рр. засвідчили, що концентрації амонію не перевищували нормоване значення для вод рибогосподарського використання; сезонні коливання не перевищували діапазон $0,12 \text{ мг/дм}^3$; коливання нітритів у водах приток Тиси відбуваються в межах $0,03\text{--}0,06 \text{ мг/дм}^3$, за винятком результатів літньої гідрохімічної зйомки для річки Чорна Тиса (с. Білин), коли було зафіксовано вміст нітритів на рівні ГДК_{рибгосп.} $0,08 \text{ мг/дм}^3$ [78, 90]; сезонні коливання вмісту нітратів, у водах досліджуваних приток Тиси, не перевищували діапазон 2 мг/дм^3 та були значно нижчими ГДК_{рибгосп.} (рис. 3.21, 3.22).

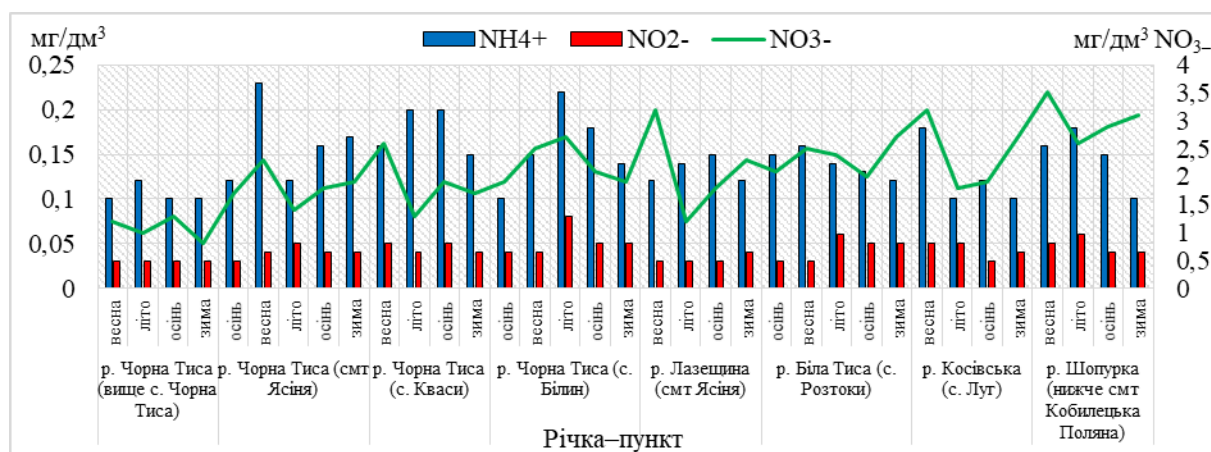


Рис. 3.21. Сезонна мінливість концентрацій азотовмісних сполук за період 2017–2018 рр. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

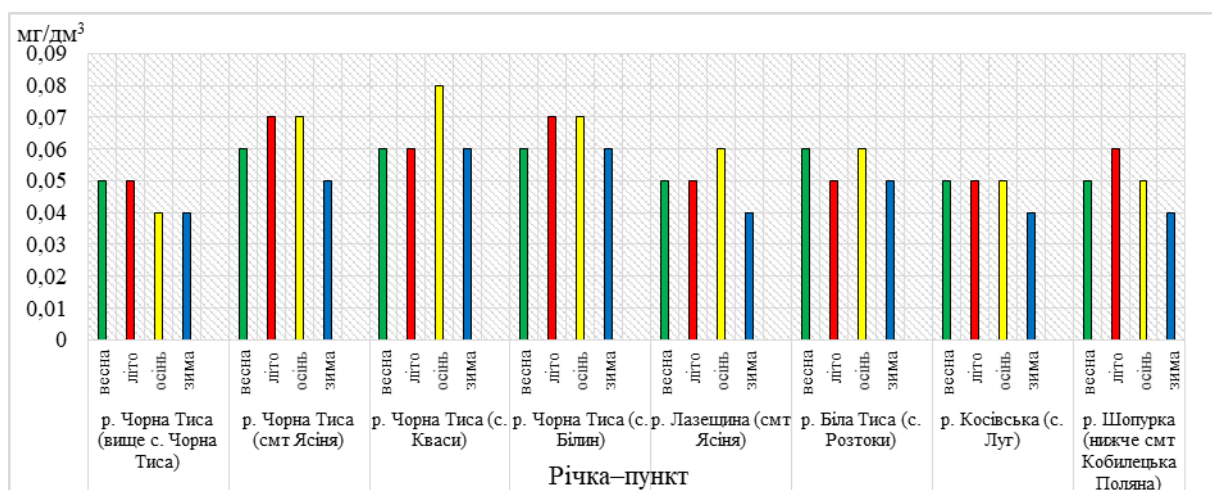


Рис. 3.22. Сезонна мінливість вмісту фосфатів (PO_4^{3-}) за період 2017–2018 рр. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

Сезонні коливання концентрацій фосфатів у поверхневих водах приток Тиси за результатами зйомок у 2016–2018 рр. не перевищували діапазон 0,02 мг/дм³. Найбільший показник на рівні 0,08 мг/дм³ зафіксовано у водах Чорної Тиси (с. Кваси) під час відбору осінніх проб. Загалом, концентрації фосфатів у водах Чорної Тиси на ділянці смт Ясіня – с. Кваси – с. Білин трохи вищі, порівняно з іншими річками, позаяк у названих населених пунктах є готелі та санаторії, стічні води яких є джерелом забруднення поверхневих вод фосфатами.

3.4. Мікроелементи та специфічні забруднюючі речовини

Серед мікроелементів, за якими ведуть систематичні спостереження у басейні Тиси є: важкі метали міді (Cu), цинку (Zn), свинцю (Pb), кадмію (Cd), заліза ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$), а також амфотерні комплексоутворювачі: хрому загального ($\text{Cr}_{\text{заг.}}$) та марганцю (Mn).

Мідь – це важкий метал, що міститься у гірських породах, де цей елемент перебуває у сполуках з оксидами, карбонатами, силікатами та сіркою, а тому, за референційних умов, найбільшим джерелом міді у поверхневих водах є процес вивітрювання. Антропогенними джерелами міді можуть бути стічні води підприємств металургійної та хімічної промисловості, а також поверхневий стік з сільськогосподарських угідь та підсобних господарств, в межах яких використовують мідний купорос для боротьби з захворюванням рослин. ГДК_{рибгосп.} для міді становлять 0,001 мг/дм³ [78, 90].

Загалом у водах річок Рахівського району у період 1995–2018 років спостерігаємо постійне перевищення гранично допустимих концентрацій міді в середньому у 2–5 разів. Проте у пункті р. Тиса (сmt Великий Бичків) влітку 2009 року зафіксовано перевищення ГДК_{рибгосп.} у 140 разів. В аналогічний період вище за течією у с. Ділове зафіксований показник становив лише 0,0011 мг/дм³, натомість у водах річки Шопурка (сmt Великий Бичків) маємо перевищення у 132 рази. Аварійного забруднення не зафіксовано, тож з урахуванням того, що під час проведення гідрохімічної зйомки зафіксовано проходження літнього паводку, аномально високі показники можемо обґрунтувати як проявами рудної мінералізації, так і поверхневим стоком з територій «Закарпатського арматурного заводу» у сmt Кобилецька Поляна та «Великобичківського лісохімічного комбінату». Сезонні коливання концентрацій міді у водах Тиси та її приток відбуваються в межах 0,001–0,005 мг/дм³. Виняток становлять окремі випадки, які зумовлені збільшенням водності річок, а відтак і діапазонами показників, що

у кілька десятків разів можуть перевищувати норми вмісту міді у поверхневих водах. Мінімальні значення міді у водах Тиси та Шопурки опускаються до рівня аналітичного нуля.

Цинк – важкий метал, широко поширений у водах та ґрунтах при розчиненні сфалериту, тож його концентрації варіюють від тисячних до десятих часток мг/дм³ і залежать в основному від гідрологічного режиму. З 2007 року коливання середньорічних концентрацій цинку у поверхневих водах Тиси та приток коливаються у діапазоні 0,001–0,009 мг/дм³, за винятком 2009–2010 років, коли було зафіксовано 2-кратне перевищення нормованого значення.

Свинець і кадмій у поверхневій воді потрапляють, в основному, в результаті вилуговування рудовмісних порід (цинкові та свинцеві руди) та мінералу галеніту, в меншій мірі зі стоками металургійних та хімічних підприємств, у складі моторного палива з поверхневим стоком. У надмірних концентраціях сполуки важких металів кадмію та свинцю є токсичними. ГДК_{рибгосп.} кадмію становлять 0,005 мг/дм³, а свинцю – 0,1 мг/дм³ [78, 90]. Спостереження за вмістом кадмію та свинцю у водах Тиси та Шопурки в межах Рахівського району проводили лише за період 2009–2010 років. У пункті р. Тиса (с. Ділове) проби відбирались також у 2005 році. В обох випадках перевищення нормованих значень кадмію та свинцю не зафіксовано. Відтак, з урахуванням малих концентрацій, зафіксованих як БУВР р. Тиса, так і в результаті гідрохімічних зйомок, можемо говорити про безпечність вод для рибогосподарських потреб.

Період спостереження за вмістом кадмію та свинцю у поверхневих водах верхів'я Тиси та притоки Шопурка за короткий для виявлення багаторічної динаміки, сезонних коливань та формування чітких висновків про джерела надходження. Виходячи з наявного матеріалу за 2005, 2009–2010 роки, можемо констатувати недосягнення гранично допустимих концентрацій, а тому відсутність, як природного, так і антропогенного забруднення вод сполуками кадмію та свинцю. Коливання концентрацій

кадмію у водотоках Рахівського району відбуваються в діапазоні 0,0002–0,0035 мг/дм³ з переважанням показників на рівні 0,0002–0,0006 мг/дм³. Виняток становлять концентрації кадмію, зафіксовані восени 2010 року у пунктах м. Рахів (нижче КОС) та смт Великий Бичків (нижче гирла р. Шопурка) на рівні 0,0035 мг/дм³ та 0,002 мг/дм³ відповідно (рис. 3.23).

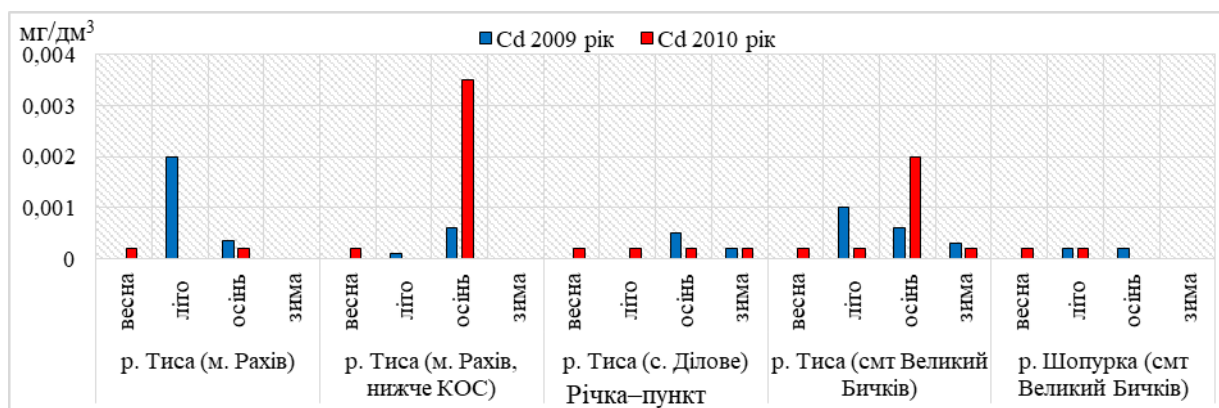


Рис. 3.23. Сезонна мінливість вмісту кадмію (Cd) у водах річок Тиса та Шопурка за 2009–2010 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Коливання концентрацій свинцю у водотоках Рахівського району відбуваються в діапазоні 0,0021–0,012 мг/дм³ з переважанням показників в межах 0,003–0,005 мг/дм³. Винятком є найбільший зафіксований показник вмісту свинцю у водах річки Тиса (м. Рахів, нижче КОС) влітку 2009 року на рівні 0,012 мг/дм³ (рис. 3.24).

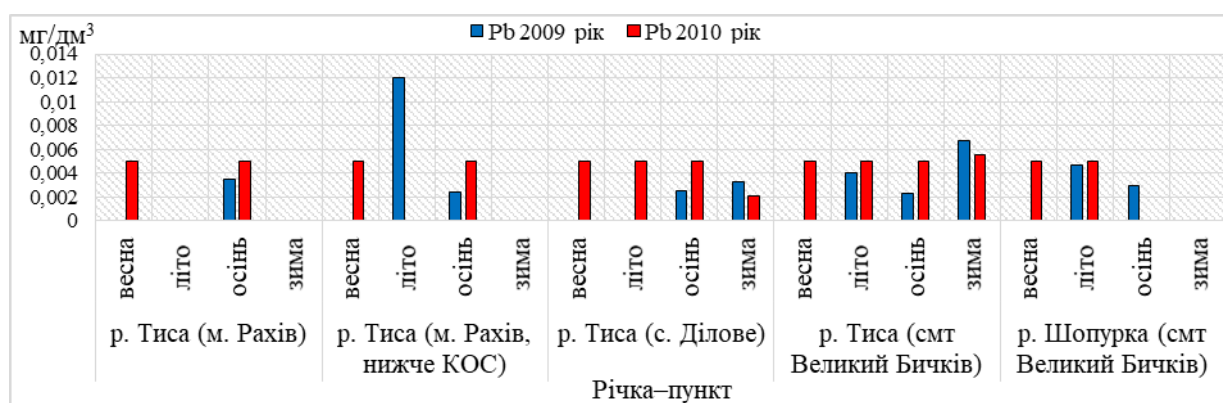


Рис. 3.24. Сезонна динаміка вмісту свинцю (Pb) у водах річок Тиса та Шопурка за 2009–2010 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

За результатами гідрохімічних зйомок, проведених у період 2016–2018 рр. щодо вмісту цинку у водах річок Чорна Тиса, Біла Тиса, Лазещина

та Косівська спостерігаємо перевищення ГДК_{рибгосп.} (0,01 мг/дм³) на 0,002–0,009 мг/дм³. Менші значення зафіксовано у водах Чорної Тиси (вище с. Чорна Тиса) та верхів'я Шопурки (нижче смт Кобилецька Поляна), де сезонні коливання вмісту цинку в діапазоні 0,005–0,008 мг/дм³ та 0,006–0,009 мг/дм³ відповідно. Результати відібраних нами проб засвідчили також постійне перевищення у 2–6 разів нормованих концентрацій міді у всіх досліджуваних річках. Сезонні коливання незначні, переважно з кроком 0,001–0,002 мг/дм³ (рис. 3.25). Спостерігаємо незначне збільшення концентрацій міді в період літньої межені. Сезонна мінливість концентрацій свинцю у водах досліджуваних нами річок відбувається в межах від 0,002 мг/дм³ до 0,007 мг/дм³, що значно менше за ГДК_{рибгосп.}. Малі концентрації свинцю у поверхневих водах свідчать про безпечність вод для рибогосподарських потреб та відсутність антропогенних забруднень під час проведення гідрохімічних зйомок.

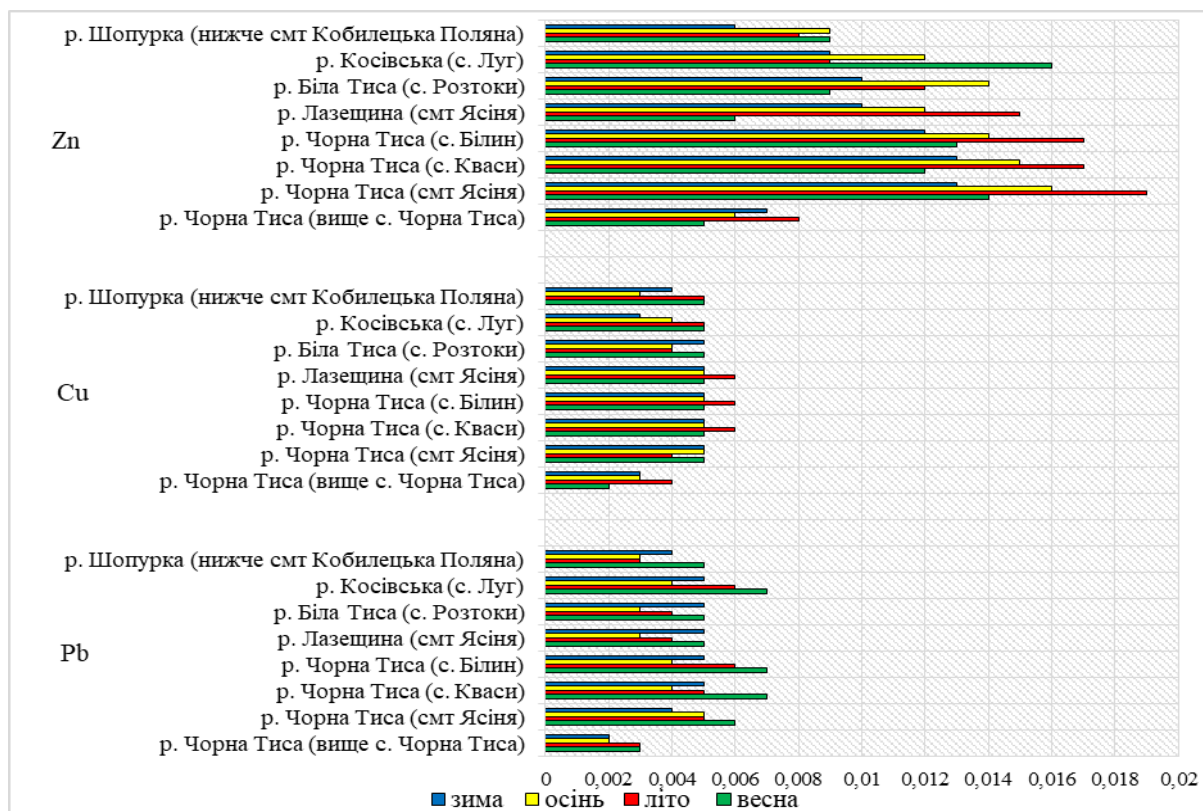


Рис. 3.25. Сезонна мінливість концентрацій цинку (Zn), міді (Cu) та свинцю (Pb) за період 2017–2018 рр., мг/дм³ (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

Поверхневі води річок містять залізо у різних формах та кількостях, від сотих частин мг/дм^3 до декількох мг/дм^3 . При цьому навіть високі концентрації заліза у водах річок можуть не здійснювати значного негативного впливу на гідробіонтів, але при цьому перестають бути придатними для господарсько–питного використання.

У водах річки Тиса та її приток у межах Рахівського району спостерігаємо високі концентрації заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$), що свідчить про ризики забруднення вод, джерелом яких виступають як природні, так і антропогенні чинники.

Хронологічний ряд середньорічних концентрацій заліза у водах річки Тиса (сmt Великий Бичків) свідчить про постійне перевищення гранично допустимих концентрацій для вод рибогосподарського та господарсько-питного використання. За 25-річний період було відібрано 233 проби вод з річки Тиса у пункті АГС, сmt Великий Бичків, з яких у 42 % випадків зафіксовано перевищення $\text{ГДК}_{\text{госп.-пит.}}$ і тільки в одній пробі не зафіксовано перевищення $\text{ГДК}_{\text{рибогосп.}}$ $0,05 \text{ мг/дм}^3$ [78, 90] (рис. 3.26). Такі показники відображають забруднення вод та можливий негативний вплив на гідробіонтів, а також говорять про недопустимість використання поверхневих вод річки Тиса для господарсько–питних потреб.

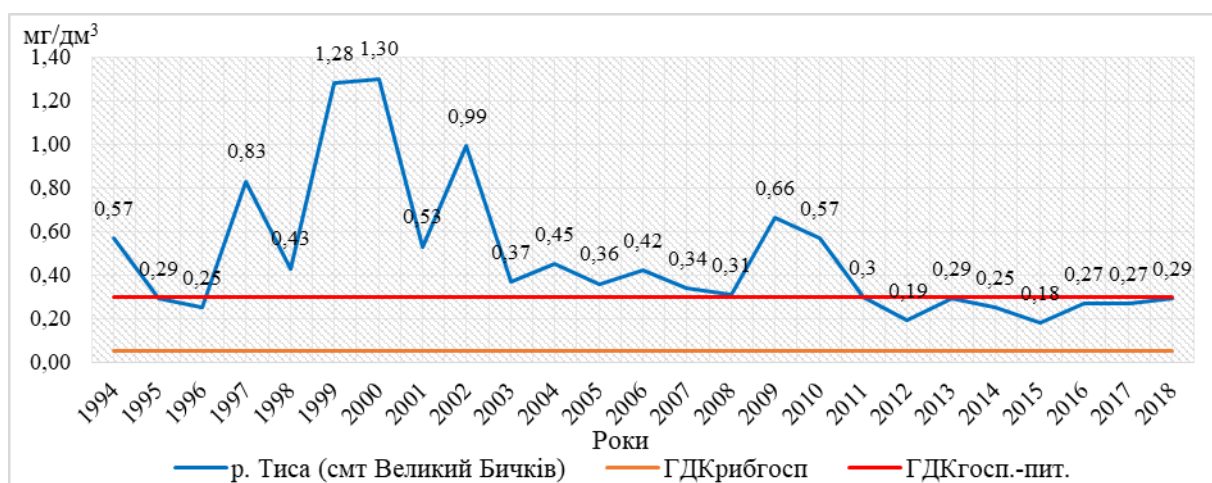


Рис. 3.26. Динаміка середньорічних значень вмісту заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$) у водах річки Тиса (сmt Великий Бичків) за період 1994–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Сезонна мінливість концентрацій заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$) у водах Чорної Тиси, Лазещини, Білої Тиси, Косівської та Шопурки, за результатами проведених нами гідрохімічних зйомок впродовж 2016–2018 рр., відбувається під впливом гідрологічних умов. Так найбільший вміст заліза у поверхневих водах зафіксовано впродовж весняного та осіннього періодів, для яких характерним є збільшення водності річок за рахунок весняного водопілля та частих паводків. Проте, у створах Чорної Тиси у с. Кваси та с. Білин бачимо високий вміст заліза у водах впродовж літнього періоду, а саме 10 ГДК_{рибгосп.} та 12 ГДК_{рибгосп.} відповідно (рис. 3.27). Збільшення концентрацій заліза у цих створах зумовлено стоками з рекреаційних об'єктів, санаторіїв та баз відпочинку, які використовують мінеральні води («буркнут») для питних і лікувальних потреб.

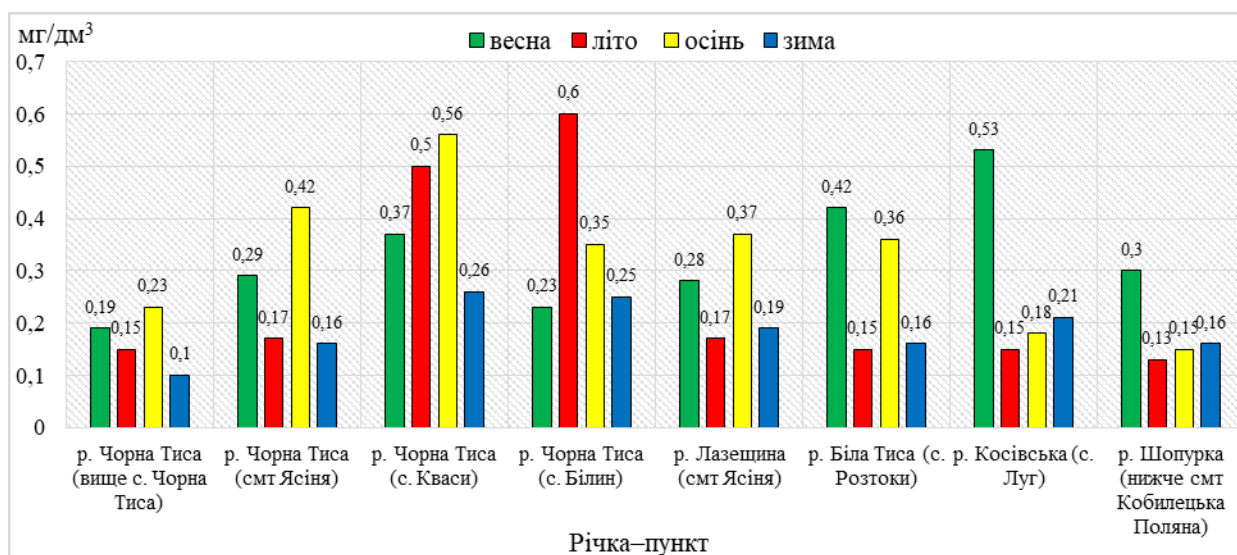


Рис. 3.27. Сезонна динаміка вмісту заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$) за період 2017–2018 рр. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

Постійно високі концентрації заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$) у поверхневих водах можна пояснити природними процесами вивітрювання гірських порід, надходженням із поверхневим стоком (під час сильних злив) з ґрунтів, що містять залізо та марганець. Практично в усіх суббасейнах Тиси в межах Рахівського району зустрічаються виходи насичених залізом ґрунтових вод на поверхню. Сезонні коливання концентрацій заліза вказують на природний

характер забруднення вод. Так значне підвищення показників спостерігаємо впродовж літнього періоду, який характеризується маловодністю із значною часткою підземного живлення, а також частими паводками (Додатки К 1, К 2).

Марганець появляється у поверхневих водах у результаті вилуговування залізо-марганцевих руд та мінералів, а також в процесі розкладання водних рослин. Антропогенними джерела, зокрема в межах Рахівського району назвемо підприємства металургії та хімічної промисловості. Концентрації марганцю у поверхневих водах Тиси та її приток мають високі показники впродовж всього періоду досліджень. Хронологічний ряд середньорічних концентрацій марганцю у водах річки Тиса (сmt Великий Бичків) показує перевищення гранично допустимих концентрацій для вод рибогосподарського використання у 93 % випадків із 229 проаналізованих проб, що були відібрані за 25-річний період. В той же час третина (32 %) проб показують також перевищення гранично допустимих концентрацій для вод господарсько-питного використання (рис. 3.28). Схожим є характер сезонної мінливості концентрацій марганцю у водах Тиси, Чорної Тиси та Білої Тиси зі збільшенням вмісту впродовж літньо-осіннього періоду (Додатки К 1, К 2.).

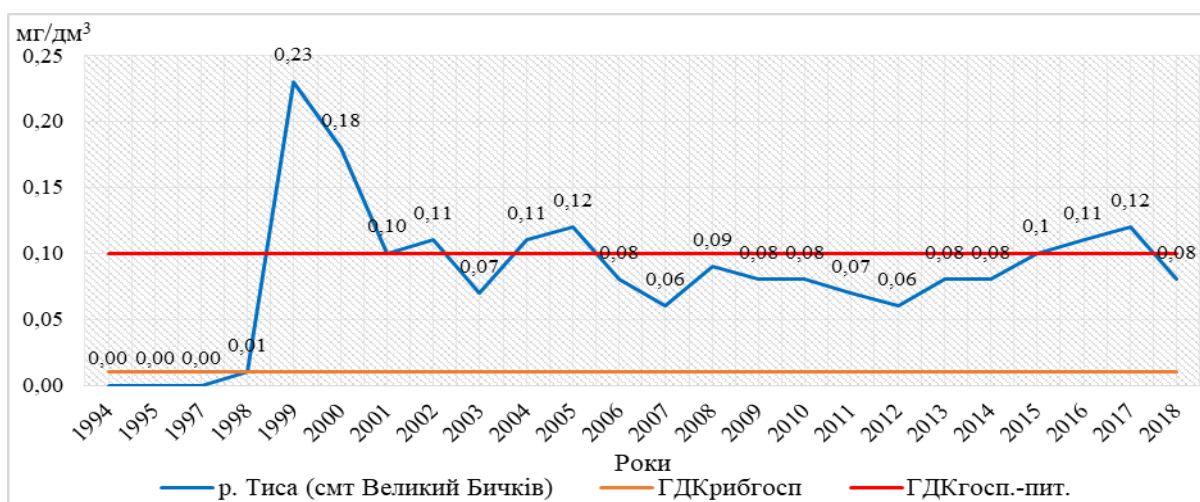


Рис. 3.28. Динаміка середньорічних значень вмісту марганцю (Mn) у водах річки Тиса (сmt Великий Бичків) за період 1994–2018 рр.
(укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

В результаті аналізу гідрохімічних зйомок за період 2016–2018 рр. бачимо більші концентрації марганцю у водах Лазещини та Білої Тиси впродовж літнього та осіннього періодів, а у водах Чорної Тиси фіксуємо також збільшення показників вниз за течією, що підтверджує залежність від гідрологічних умов басейну річки та антропогенний вплив (рис. 3.29). У річках Шопурка та Косівська у 2017–2018 рр. найбільший вміст марганцю у водах спостерігаємо у весняних пробах [166].

З огляду на те, що проби відбирались одночасно на всіх створах за однакових фаз водності, можемо говорити про різноманіття природних умов у різних суббасейнах Тиси в межах Рахівського району, яка відображається, зокрема, й різними концентраціями марганцю у водах Чорної Тиси, Білої Тиси, Лазещини, Косівської та Шопурки в різні сезони.

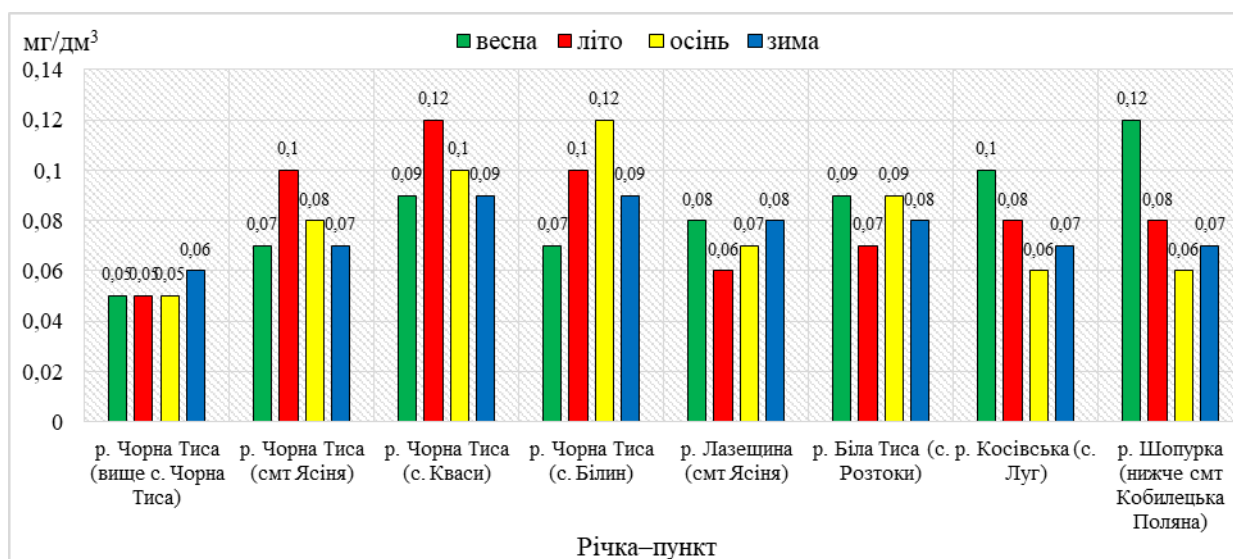


Рис. 3.29. Сезонна мінливість вмісту марганцю (Mn) за період 2017–2018 рр.
(укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

Хром – важкий метал, сполуки якого є токсичними та негативно впливають на якість поверхневих вод. Джерелами є хромовмісні породи та мінерали, поверхневий стік з територій рудних родовищ та стічні води підприємств хімічної та легкої промисловості Рахівського району. ГДК_{рибогосп.} хрому у водах рибогосподарського використання становлять 0,001 мг/дм³ [78, 90].

З 2007 року збільшилась мережа пунктів спостереження у тому числі й за вмістом хрому у водах річки Тиса, насамперед нижче КОС міста Рахів, нижче впадіння притоки Вішеу в селі Ділове та у селищі Великий Бичків. Моніторинг вмісту хрому загального ($\text{Cr}_{\text{заг.}}$) у водах Тиси та Шопурки здійснюється з 2012 року. У період 2012–2018 рр. у пунктах р. Тиса (м. Рахів), р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС), р. Тиса (с. Ділове), р. Тиса (смт Великий Бичків) та р. Шопурка (смт Великий Бичків) вміст хрому загального ($\text{Cr}_{\text{заг.}}$) постійно знаходиться на рівні нормованого значення $0,001 \text{ мг/дм}^3$ без явних сезонних чи багаторічних коливань.

Аніонні поверхнево-активні речовини (АПАР) є одним з типів синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), які відносимо до категорії специфічних забруднювачів поверхневих вод. До АПАР входять органічні та неорганічні речовини, які містяться у миючих, дезинфікуючих, емульгуючих засобах та препаратах. Потрапляють АПАР у води річок з поверхневим стоком, побутовими стічними водами та стоками з підприємств легкої промисловості. АПАР використовуються також у механічній обробці металів (очищення поверхні, обробка, забарвлення). ГДК_{рибгосп.} АПАР у поверхневих водах становлять $0,2 \text{ мг/дм}^3$ [78, 90].

Аналізуючи дані за період 1995–2018 рр., бачимо, що у водах Тиси вміст АПАР у середньому становить $0,01 \text{ мг/дм}^3$, а сезонні коливання концентрацій АПАР, у більшості випадків проаналізованих проб води, відбувалися в межах $0,002\text{--}0,009 \text{ мг/дм}^3$, рідше – $0,01\text{--}0,04 \text{ мг/дм}^3$. Підвищення показників впродовж року пов'язані зі збільшенням водності, а відтак і поверхневого стоку під час весняного водопілля та літньо-осінніх паводків.

Гідрохімічна зйомка за період 2016–2018 рр. показує однаковий вміст АПАР у поверхневих водах Чорної Тиси, Лазещини, Білої Тиси, Косівської та Шопурки на рівні $<0,01 \text{ мг/дм}^3$. Сезонна мінливість вмісту синтетичних речовин у водах досліджуваних річок має малий діапазон і навіть зі збільшенням водності не досягає ГДК_{рибгосп.}.

Феноли у поверхневих водах утворюються при біохімічному окисненні, а також потрапляють з стічними водами хімічних, лісохімічних підприємств («Великобичківський ЛХК», «Рахівська картонна фабрика»). Також феноли потрапляють у річкові води разом з поверхневим стоком з територій лісових та деревообробних підприємств, які використовують креозот для консервування деревини, а також із залізничних колій та підприємств легкої промисловості (ВАТ «Хутро») при виробництві смол, клеїв та синтетичних волокон. ГДК_{рибгосп.} фенолів становить 0,001 мг/дм³ [78, 90]. Феноли є одними з найбільш поширених та водночас небезпечних специфічних забруднюючих речовин.

Моніторинг концентрацій сполук фенолів у річках Рахівського району обмежений пунктом на річці Тиса (сmt Великий Бичків) впродовж 1997–2003 рр. Короткий ряд спостереження (7 років) за вмістом фенолів дає нам лише поверхнєве уявлення про динаміку, багаторічну та сезонну мінливість показників. Вміст фенолів зафіксовано на рівні аналітичного нуля за винятком 2002 р. та 2003 р., коли показники були на рівні 0,006 мг/дм³ та 0,002 мг/дм³, що становить 6 ГДК_{рибгосп.} та 2 ГДК_{рибгосп.} відповідно.

Нафтопродукти – одні з найпоширеніших, небезпечних для вод органічних сполук. Нафтопродукти обмежені вуглеводневою фракцією, що може складати до 90 % усіх речовин у складі нафти [298]. У поверхневі води нафтопродукти потрапляють тільки в результаті господарської діяльності, а серед основних є промислові об'єкти, господарсько-побутові стічні води та поверхневий стік з територій, що забруднені паливно-мастильними речовинами та поверхні автодоріг. ГДК_{рибгосп.} нафтопродуктів (неполярних вуглеводнів) у поверхневих водах становлять 0,05 мг/дм³ [78, 90].

Аналізи відібраних за період 2010–2018 рр. проб на річках Тиса та Шопурка свідчать про концентрацію нафтопродуктів у межах 0,01 мг/дм³, що становить лише п'яту частину від ГДК_{рибгосп.} (Додаток Л). Такі ж концентрації ми спостерігали у період 2016–2018 рр. у водах річок Чорна Тиса, Лазещина, Біла Тиса, Косівська та Шопурка.

Висновки до розділу 3

За результатами аналізу даних моніторингу Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса, Державної екологічної інспекції у Закарпатській області та результатами власних гідрохімічних досліджень можемо стверджувати наступне:

Діапазон мінливості середньорічних та сезонних показників рН дозволяє віднести води річки Тиса та її приток у межах досліджуваної території до категорії слаболужних. За результатами досліджень можемо говорити про вплив фаз водності на показники рН при середньорічних значеннях у діапазоні 7,5–8,2 впродовж 2007–2018 рр. у пункті р. Тиса (сmt Великий Бичків)

Зміни концентрації розчиненого кисню (O_2) у водах р. Тиса відбуваються в межах 9,9–13,7 мг/дм³ і мають чіткий сезонний характер зі зменшенням у літньо-осінній період і максимумом – взимку. Порухення норм ГДК_{рибгосп.} зафіксовано тільки у водах р. Лазещина влітку 2017 р. на рівні 5,7 мг/дм³ та взимку 2018 р. – 5,9 мг/дм³.

Коливання середньорічних значень ПО впродовж 25-річного періоду свідчать про звичайний перебіг реакцій споживання кисню на окислювання, а окремі перевищення зафіксовані в результаті впливу об'єктів туристично-рекреаційної сфери, комунальних стічних вод м. Рахів, поверхневого стоку з гноєсховищ та фермерських господарств і транскордонного впливу р. Вішеу. Середньорічні значення ПО у водах р. Тиса (сmt Великий Бичків) впродовж 1994–2018 рр. коливаються у межах 1,8–5 мг/дм³.

Середньорічні показники БСК₅ за даними пункту р. Тиса (сmt Великий Бичків) у період 1994–2018 рр. коливаються у межах 1,9–4,7 мг/дм³, ХСК – 3–7,2 мг/дм³. Максимальне значення ХСК зафіксовано на рівні 12,2 мг/дм³, що менше ГДК_{рибгосп.} Натомість, стабільні перевищення середньорічними показником БСК₅ впродовж 1995–2002 рр. ГДК_{рибгосп.} 3 мг/дм³ говорить про забруднення органічними речовинами, джерелом яких є господарсько-

побутові стічні води, відсутність належного (повного) каналізаційного покриття, скиди відпрацьованих вод КОС м. Рахів та стічні води промислових підприємств («Консервний завод», «Великобичківський хлібокомбінат», ВАТ «Хутро») рекреаційних об'єктів (санаторій «Гірська Тиса», гірськолижний курорт «Драгобрат», туристичний притулок «Козьмешич», а також готелі, хостели та ін.).

На показник мінералізації (сухий залишок), в основному, впливають розчинні мінерали (кальцит, доломіт, вапняковий цемент), режим живлення, виходи ґрунтових вод на поверхню та антропогенний вплив (стічні води КОС м. Рахів та ВЖКП смт Кобилецька Поляна). Середньорічні значення сухого залишку вод р. Тиса змінюються в діапазоні 132–401 мг/дм³ та дозволяють віднести їх до помірно прісних. Добре простежується обернений кореляційний зв'язок між витратами води та сухим залишком.

З 2006 р. у водах річок Рахівського району спостерігається зменшення середньорічних значень вмісту амонію (NH_4^+), що пов'язано з структурними змінами фермерських господарств та зменшенням господарсько-побутових стічних вод приватних домогосподарств.

За досліджуваний період з 1994 р. по 2018 р. середнє багаторічне значення нітритів (NO_2^-) у водах Тиси (сmt Великий Бичків) становить 0,03 мг/дм³ і не перевищує ГДК_{рибгосп.}. Окремі підвищення вмісту часто зумовлені природними процесами (нітрифікація, відновлення з нітратів тощо) або збільшенням водності у весняний та літній періоди, що супроводжується поверхневим стоком органічних речовин.

За аналогічний період не зафіксовано жодного перевищення норм нітратів (NO_3^-), а максимальне значення у водах р. Тиса на рівні 13 мг/дм³. Незначні середньорічні коливання в межах 0,6–4 мг/дм³ у водах Тиси (сmt Великий Бичків) впродовж 25-річного періоду моніторингу можуть бути зумовлені стоком з сільгоспугідь та розкладанням органічної речовини.

Стабільно невисокі значення вмісту фосфатів (PO_4^{3-}) в діапазоні 0,03–0,15 мг/дм³ не мають чіткої сезонної мінливості, а коливання не

перевищують нормованих значень $\text{ГДК}_{\text{рибгосп.}}$ $0,17 \text{ мг/дм}^3$ та зумовлені, в основному, поверхневим стоком із сільгоспугідь і господарсько-побутовими стічними водами з максимумом у весняний період та під час паводків.

У водах річок Тиса, Шопурка, Чорна Тиса, Біла Тиса, Лазещина та Косівська зафіксовано високі концентрації мікроелементів, зокрема:

- середньорічні показники вмісту міді (Cu) перевищують норму $\text{ГДК}_{\text{рибгосп.}}$ у 2–5 разів, цинку (Zn) – до 2-ох разів; стабільно високі значення вмісту заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$) постійно перевищують $\text{ГДК}_{\text{рибгосп.}}$, а у 42 % проб – $\text{ГДК}_{\text{госп-пит.}}$; вміст марганцю (Mn) у водах річки Тиса та її приток у межах досліджуваної частини басейну в 93 % відібраних проб перевищує $\text{ГДК}_{\text{рибгосп.}}$ та у 32 % – $\text{ГДК}_{\text{госп-пит.}}$;
- результати короткострокових спостережень за вмістом кадмію (Cd) та свинцю (Pb) свідчать про низькі концентрації даних важких металів та безпечність вод для рибогосподарського використання;
- зафіксована сезонна мінливість вмісту заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$), марганцю (Mn), міді (Cu) у водах Тиси та її приток, що зумовлено різною інтенсивністю процесів вивітрювання, поверхневого стоку та об'ємів стічних вод із промислових об'єктів та закладів рекреації, зокрема санаторію «Гірська Тиса».

В досліджуваних нами річках зафіксовані концентрації синтетичних речовин (АПАР) нижче $\text{ГДК}_{\text{рибгосп.}}$ на рівні $<0,01 \text{ мг/дм}^3$, за винятком даних пункту р. Тиса (смт Великий Бичків) з 1994 р. по 2003 р., коли зафіксовано коливання середньорічних значень у межах $0,004\text{--}0,027 \text{ мг/дм}^3$.

Спостереження за вмістом фенолів у водах р. Тиса впродовж 1997–2003 рр. показують перевищення від 2 до 6 разів $\text{ГДК}_{\text{рибгосп.}}$. Джерелами високих концентрацій фенолів вважаємо біохімічне окиснення, а також стічні води хімічних, лісохімічних підприємств («Великобичківський ЛХК», «Рахівська картонна фабрика»), підприємства легкої промисловості (ВАТ «Хутро») та поверхневий стік із залізничних колій, які простягаються уздовж Тиси та Чорної Тиси.

Моніторинг нафтопродуктів у водах Тиси та її допливів у межах Рахівського району впродовж 2010–2018 рр., а також дані відібраних нами проб впродовж 2016–2018 рр. говорять про низький вміст, а саме $<0,01 \text{ мг/дм}^3$, що дає підстави говорити про безпечність вод для рибогосподарського використання.

Результати досліджень опубліковані автором у працях [163, 165, 166, 331, 332, 363].

РОЗДІЛ 4. ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ РІЧКОВИХ ВОД БАСЕЙНУ ТИСИ

4.1. Гідроекологічні стани за показниками індексу забрудненості вод та інтегральним екологічним індексом

Екологічні дослідження поверхневих вод передбачають аналіз великої кількості статистичної інформації, використовуючи при цьому різні методики, від індекса забрудненості вод (ІЗВ) до інтегрального екологічного індексу (І_Е), що складається з трьох блоків показників [191, 298]. Для порівняльного характеру результатів класифікації якості вод та визначених гідроекологічних станів річки Тиса з вітчизняних методик було використано ІЗВ та І_Е, порівняння яких дасть змогу виділити ознаки спільні та відмінні ознаки, які визначають гідроекологічні стани вод річки Тиса та її приток у межах Рахівського району.

Для розрахунку ІЗВ за період 2007–2018 рр. використані дані режимних спостережень БУВР р. Тиса. Як видно з рисунку 4.1, коливання ІЗВ р. Чорна Тиса (с. Білин) та р. Біла Тиса (с. Розтоки), згідно аналізу вибірки 2007–2011 рр. відбуваються в межах 0,28–0,49 та 0,34–0,69 відповідно. ІЗВ р. Шопурка (сmt Великий Бичків) коливається в діапазонів 0,19–0,45, р. Тиса (м. Рахів) – 0,34–0,52, р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС) – 0,37–0,87.

Аналіз середньорічних величин, що використані при розрахунку ІЗВ р. Чорна Тиса (с. Білин) та р. Біла Тиса (с. Розтоки) свідчить про зростання впливу показників БСК₅, ХСК та розчиненого кисню на величину індексу, а відтак і на клас якості вод.

Хронологічний ряд ходу ІЗВ за період 2001–2014 рр. за даними пункту р. Тиса (с. Ділове) відображає коливання у межах 0,35 – 0,52, що відповідає другому класу якості вод (чисті) (рис. 4.2). Пункт спостереження знаходиться нижче КОС м. Рахів та нижче впадіння р. Вішеу, а тому є репрезентативним

для оцінки зміни якості вод вниз за течією та транскордонного впливу румунської притоки.

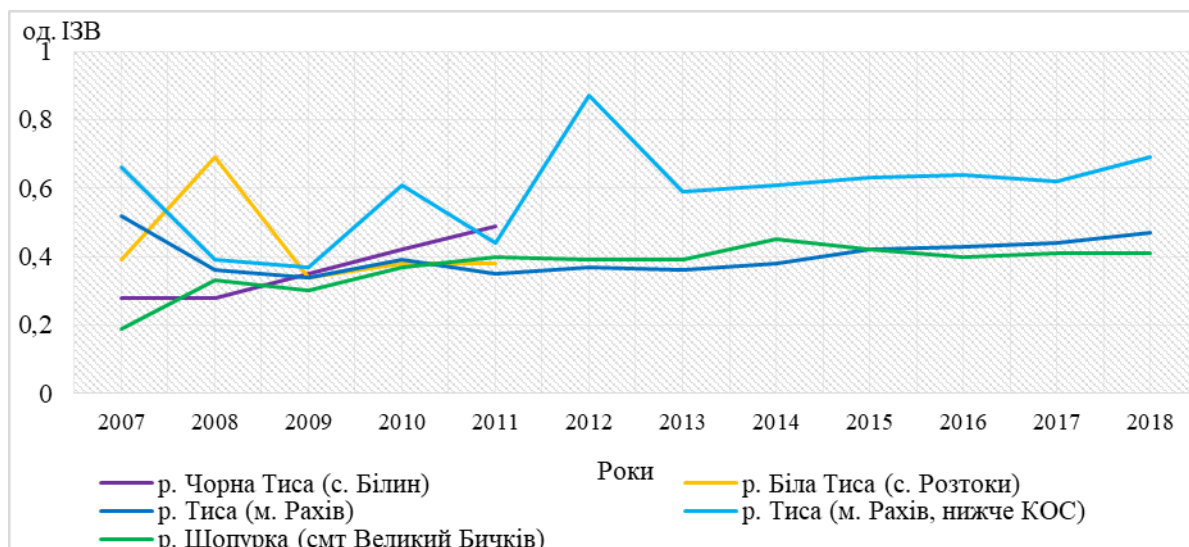


Рис. 4.1. Динаміка ІЗВ за період 2007–2018 рр.
(укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

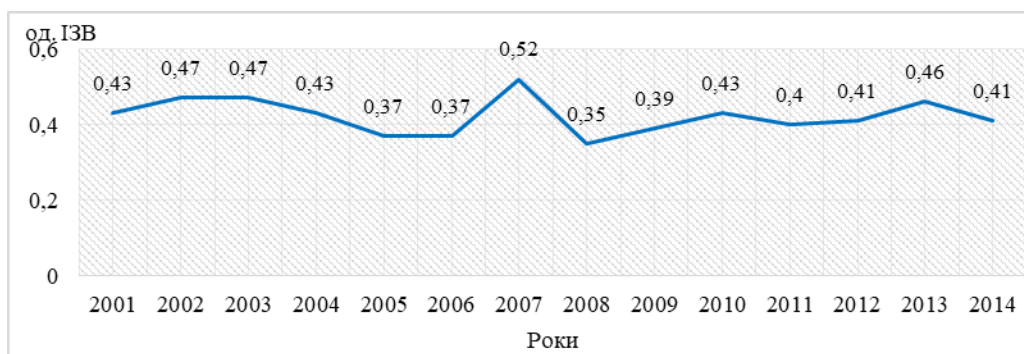


Рис. 4.2. Динаміка ІЗВ р. Тиса (с. Ділове) за період 2001–2014 рр.
(укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Співставивши вибірки ІЗВ р. Тиса за 2007–2014 рр. бачимо зменшення цього показника вниз за течією та найменші значення у пункті с. Ділове. Попри те, ІЗВ р. Тиса (с. Ділове) за середньорічними даними 2014 р. відображає значний вплив нітритів на формування екологічного стану вод.

Пункт моніторингу р. Тиса в смт Великий Бичків є кінцевим у межах Рахівського району і має найдовший ряд спостереження. Хронологічний ряд ІЗВ р. Тиса (сміт Великий Бичків) за період 1994–2018 рр. коливається в

діапазоні 0,28 – 0,93, що відповідає I-ому (дуже чиста вода) та II-ому (чиста вода) класам якості вод (рис. 4.3).

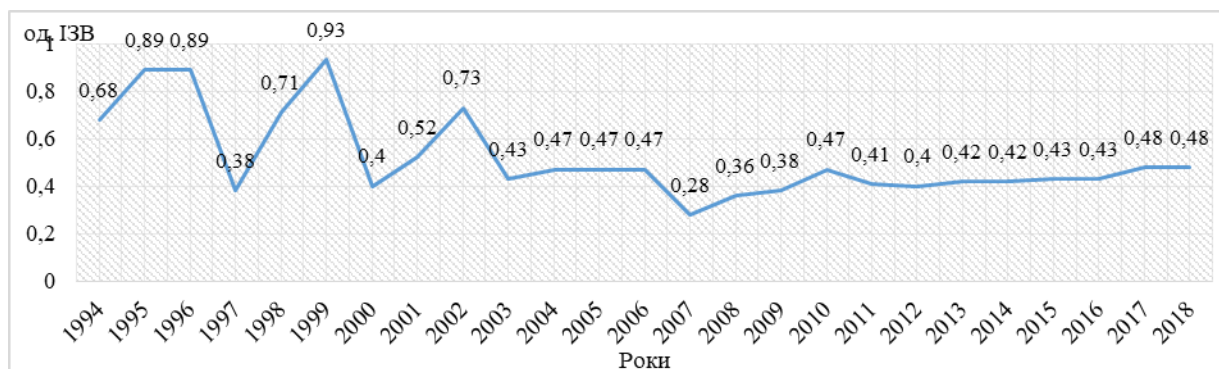


Рис. 4.3. Динаміка ІЗВ р. Тиса (сміт Великий Бичків) за період 1994–2018 рр.
(укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Коливання ІЗВ р. Тиса (сміт Великий Бичків) зумовлені, в основному, змінами середньорічних показників БСК₅ (0,63–1,57 ГДК_{рибгосп.}), розчиненого кисню (0,4 – 0,61 ГДК_{рибгосп.}) та нітритів (0,05–0,63 ГДК_{рибгосп.}). Показники ХСК коливаються в межах від 0,25 ГДК_{рибгосп.} до 0,46 ГДК_{рибгосп.}, а вміст амонію від 0,14 ГДК_{рибгосп.} до 0,9 ГДК_{рибгосп.}. Стабільним є вміст нафтопродуктів у водах Тиси на рівні 0,2 ГДК_{рибгосп.}.

Сезонна мінливість ІЗВ р. Тиса (сміт Великий Бичків) зумовлена збільшенням вмісту нітритів у поверхневих водах впродовж літньо-осінньої межени, зменшенням вмісту розчиненого кисню та відповідним збільшенням показників БСК₅ та ХСК (рис. 4.4).

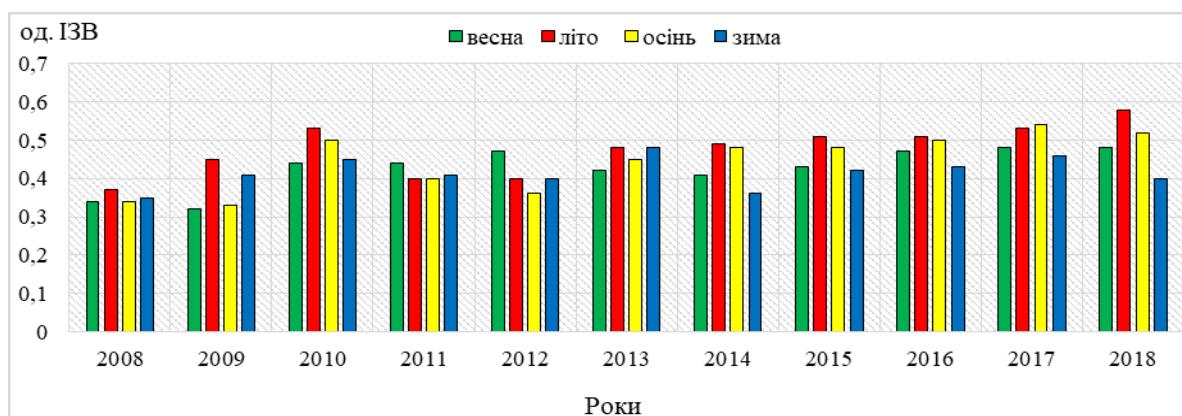


Рис. 4.4. Сезонна мінливість ІЗВ р. Тиса (сміт Великий Бичків) за період 2008–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

За результатами проведених нами гідрохімічних зйомок впродовж 2016–2018 рр., розраховані індекси змінюються в діапазоні 0,34–0,76, що відповідає II-ому класу якості вод (чисті) (рис. 4.5). Збільшення ІЗВ відбувається, в основному, у весняний період за рахунок сезонного зростання показників БСК₅ та ХСК. Така ситуація характерна для річок Шопурка, Косівська, Біла Тиса та ділянки Чорної Тиси в межах смт Ясіня – с. Кваси. Сезонна мінливість ІЗВ річки Лазещина зумовлена зменшенням вмісту розчиненого кисню (1,02 ГДК_{рибгосп.}), збільшенням концентрації нітритів та ХСК. У гирлі р. Чорна Тиса (с. Білин) найбільший ІЗВ зафіксовано у літній період, що зумовлено збільшенням вмісту нітритів та амонію, в меншій мірі – БСК₅ та ХСК. У референційному створі (р. Чорна Тиса – вище с. Чорна Тиса) ІЗВ коливається в межах 0,34–0,37 за рахунок зміни кисневого режиму.

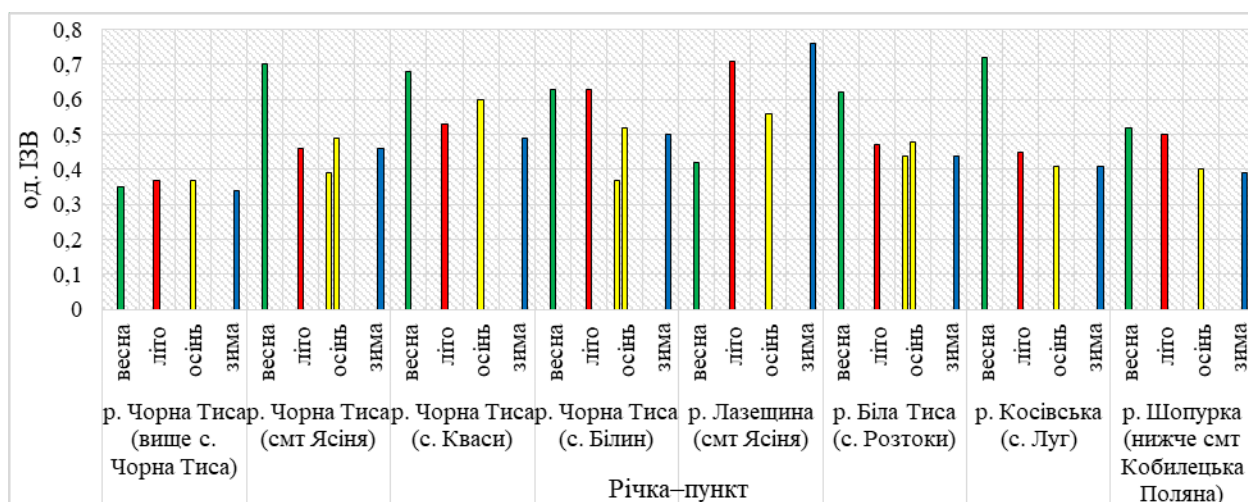


Рис. 4.5. Сезонна мінливість ІЗВ за період 2016–2018 рр.
(укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок)

Як бачимо гідроекологічні стани річок Рахівського району, розраховані за ІЗВ, мають річну та сезонну мінливість. Розглянемо сезонний характер змін ІЗВ на основі гідрохімічних зйомок, які доповнимо даними БУВР р. Тиса (3 пункти на р. Тиса та 1 – на р. Шопурка) за сезони 2017–2018 рр.

Впродовж року гідроекологічні стани Тиси та її допливів в межах Рахівського району формуються, в основному, під впливом природних чинників, зокрема за рахунок зміни водності та режиму живлення річок. Попри те, скиди недостатньо очищених вод підприємств житлово-

комунального сектору, санаторіїв та побутові стічні води окремих домогосподарств також впливають на динаміку ІЗВ.

Так, у весняний період ІЗВ р. Чорна Тиса змінюється вниз за течією від 0,35 у точці вище с. Чорна Тиса до 0,63 – у гирлі річки (рис. 4.6). Різке збільшення ІЗВ р. Чорна Тиса фіксуємо у створах смт Ясіня та с. Кваси з показниками 0,7 та 0,68 відповідно. Відзначимо також, що ІЗВ р. Лазещина становить 0,42. ІЗВ р. Тиса за весняний період змінюється від 0,42 в м. Рахів до 0,48 – в кінцевому пункті смт Великий Бичків. Попри те, фіксуємо різке зростання ІЗВ р. Тиса після скидів КОС м. Рахів з 0,42 до 0,58. Така ж ситуація зі зміною ІЗВ р. Шопурка, де індекс нижче впливу стічних вод комунального господарства смт Кобилецька Поляна складає 0,52, а нижче за течією – 0,41. Беручи до уваги те, що ІЗВ у гирлах р. Лазещина становить 0,42, р. Чорна Тиса – 0,63, р. Біла Тиса – 0,62, р. Косівська – 0,72, р. Шопурка – 0,41 і здебільшого перевищують відповідні індекси нижче за течією р. Тиса.

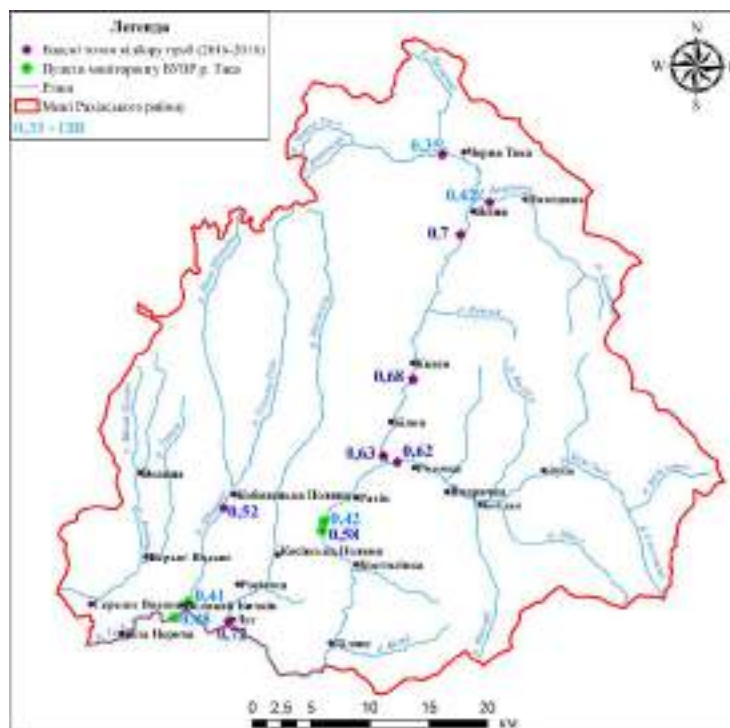


Рис. 4.6. ІЗВ річок Рахівського району (весна 2017 р.)

(укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок та матеріалами БУВР р. Тиса)

У літній період ІЗВ р. Чорна Тиса змінюється від 0,37 (вище с. Чорна Тиса) до 0,63 – у гирлі (с. Білин) (рис. 4.7). Порівняно з весняним періодом, меншими є значення ІЗВ р. Чорна Тиса у смт Ясіня та с. Кваси, відповідно 0,46 та 0,53. Дещо більшим впродовж літнього періоду є ІЗВ р. Лазещина, на рівні 0,71. Меншим є діапазон ІЗВ р. Тиса від м. Рахів 0,47 до смт Великий Бичків – 0,53, але незмінно високим є приріст індексу у створі, нижче місця скиду комунальних стічних вод до 0,59. Так само спостерігаємо вище значення ІЗВ р. Шопурка у смт Кобилецька Поляна, ніж у гирлі річки, тобто 0,5 та 0,45 відповідно. ІЗВ р. Біла Тиса у літній період становив лише 0,47, а р. Косівська – 0,45.

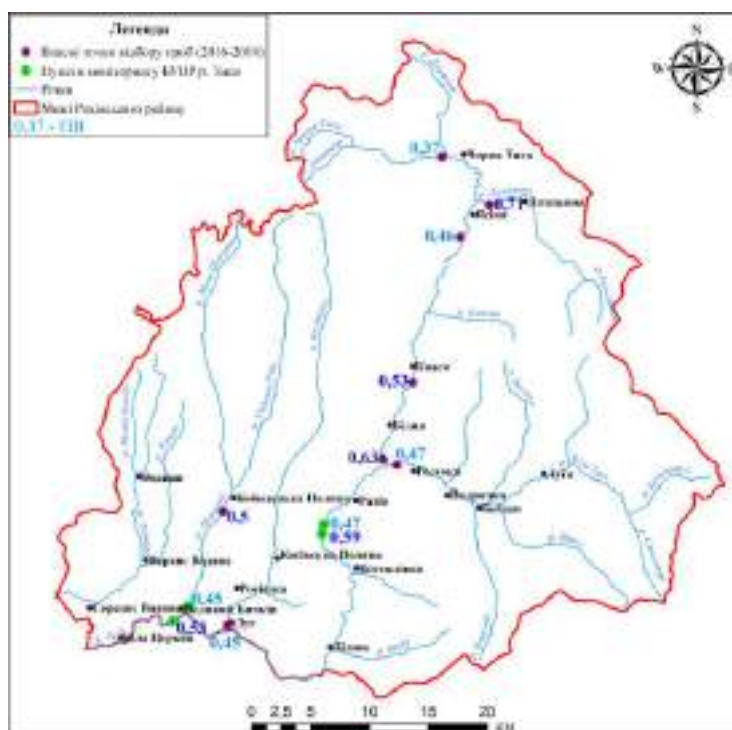


Рис. 4.7. ІЗВ річок Рахівського району (літо 2017 р.)

(укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок та матеріалами БУВР р. Тиса)

Аналізуючи осінні проби, бачимо, що ІЗВ на обраних нами пунктах практично не відрізняється від аналогічних індексів за результатами літніх зйомок. Так ІЗВ р. Чорна Тиса вниз за течією змінюється наступним чином: з 0,37 (вище с. Чорна Тиса) на 0,49 (с. Ясіня), а далі на 0,66 (с. Кваси) та 0,52 у гирлі (с. Білин) (рис. 4.8). Збільшення ІЗВ зумовлено впливом вод

р. Лазещина з показником 0,56 та санаторіїв с. Кваси, нижче яких розташований один з наших створів. Аналогічною є зміна ІЗВ р. Тиса з 0,42 у верхній точці (м. Рахів) на 0,54 – у нижній (сmt Великий Бичків). Враховуючи досить низькі ІЗВ р. Косівська та р. Шопурка (сmt Кобилецька Поляна), відповідно 0,41 та 0,4 вважаємо, що на зростання індексу забрудненості вниз за течією найбільше вплинули комунальні стічні води м. Рахів з відповідним ІЗВ у пункті р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС) на рівні 0,62.

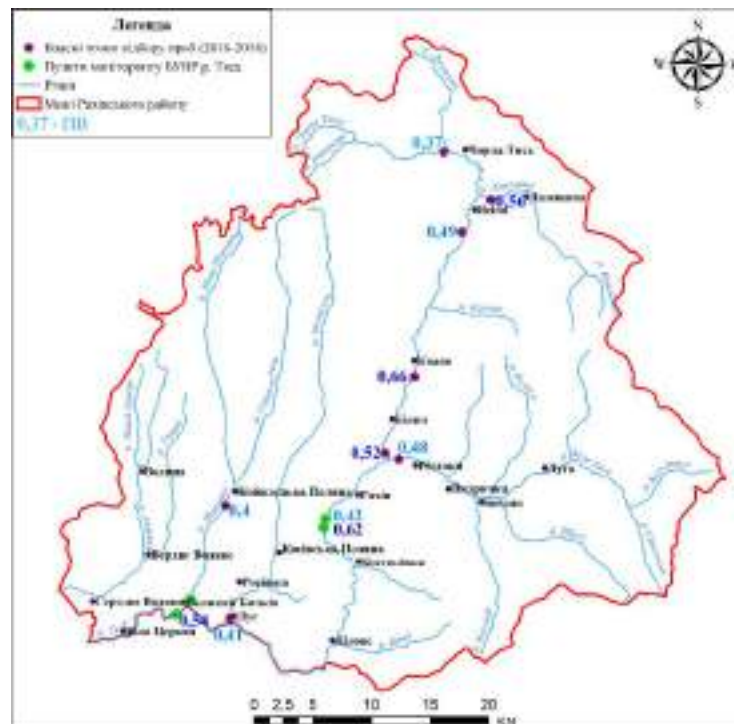


Рис. 4.8. ІЗВ річок Рахівського району (осінь 2017 р.)

(укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок та матеріалами БУВР р. Тиса)

Результати аналіз проведених нами гідрохімічних зйомок упродовж зимового сезону 2018 р. та проб на пунктах моніторингу БУВР р. Тиса за аналогічний період дають найменші сезонні значення ІЗВ практично на всіх створах (рис. 4.9). Так ІЗВ р. Чорна Тиса змінюється з 0,34 (вище с. Чорна Тиса) на 0,46 (сmt Ясіня), далі на 0,49 (с. Кваси) та 0,5 у гирлі річки (с. Білин). Значним є вплив вод р. Лазещина, ІЗВ яких взимку становив 0,76. Найменші сезонні ІЗВ маємо на створах р. Біла Тиса 0,44, р. Косівська –

0,41 та р. Шопурка (сmt Кобилецька Поляна). У водах р. Тиса також спостерігаємо зменшення ІЗВ вниз за течією з 0,44 (м. Рахів) та 0,58 (нижче КОС м. Рахів) на 0,4 (сmt Великий Бичків).

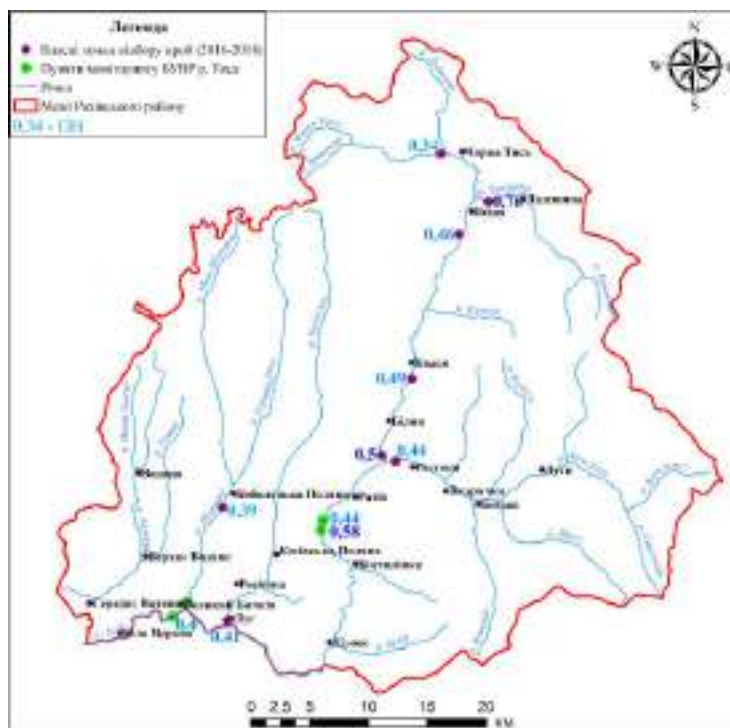


Рис. 4.9. ІЗВ річок Рахівського району (зима 2018 р.)

(укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок та матеріалами БУВР р. Тиса)

Інтегральний екологічний індекс, за допомогою якого також здійснено оцінку гідроекологічних станів вод р. Тиса та її допливів включає набагато ширший перелік показників (до 24), що дає можливість краще проаналізувати чинники, тенденції та закономірності формування гідроекологічних станів. Так, блокова система розрахунку екологічного індексу дозволяє окремо розглянути вплив показників сольового складу вод, еколого-санітарних показників та показників специфічних речовин токсичної дії на якість вод.

Враховуючи широкий спектр даних моніторингу вод, а також специфіку природних умов та антропогенних факторів впливу на гідроекологічні стани Тиси в межах Рахівського району, динаміку останніх

розглянемо по сезонах (весна, літо, осінь, зима) та за багаторічний період (середньорічні індекси).

За період 2007–2018 рр. коливання значень інтегрального екологічного індекса (I_E) в діапазоні 1,6–2 для вод р. Чорна Тиса (с. Білин) відповідає I-ому та II-ому класам якості вод, а діапазони 1,8–2,1 – р. Біла Тиса (с. Розтоки), 1,9–2,1 – р. Тиса (м. Рахів), 2–2,4 – р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС), 1,9–2,1 – р. Шопурка (сміт Великий Бичків) відповідають 2-ій категорії (чисті води) II-ого класу якості вод.

Досить високим залишаються максимальні значення блоку показників специфічних речовин токсичної дії (I_3): 2,8 для вод р. Чорна Тиса (с. Білин), р. Біла Тиса (с. Розтоки) та р. Шопурка (сміт Великий Бичків), 2,7 – р. Тиса (м. Рахів), 3 – р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС) (рис. 4.10). Збільшується роль блокового індексу еколого-санітарних показників води (I_2) у формуванні інтегрального екологічного індексу (I_E). До прикладу у водах р. Тиса за даними пунктів м. Рахів показники I_2 становлять 2,9 (за даними АГС) та 3,1 (нижче КОС), таким чином перевищуючи значення блокового індексу I_3 . Зростання ролі еколого-санітарних показників у формування якості вод відбувається за рахунок збільшення концентрацій азотовмісних сполук (нітритів, нітратів) та БСК₅ у водах річки Тиса та її приток у межах Рахівського району. Значення блокового індексу показників сольового складу (I_1) залишаються на рівні 1, що є нижньою межею I-ого класу якості вод.

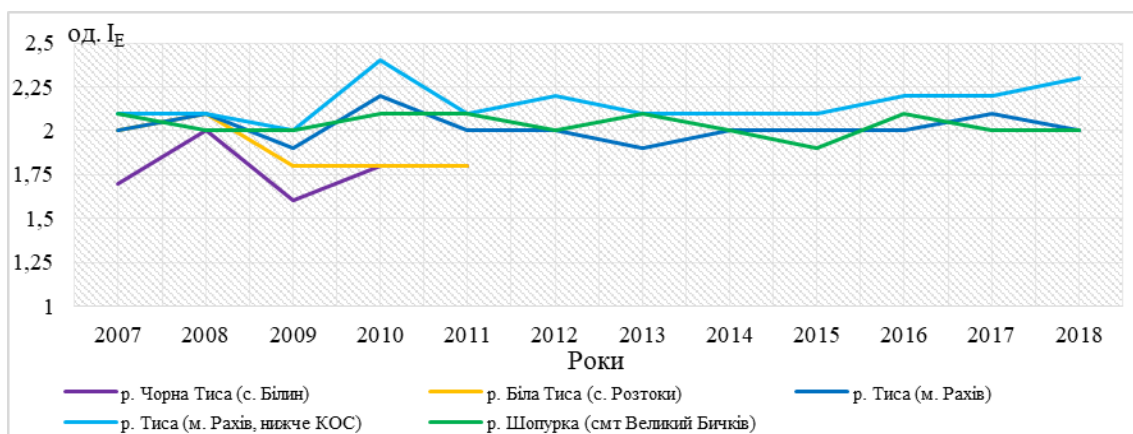


Рис. 4.10. Динаміка I_E за період 2007–2018 рр.
(укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Інтегральний екологічний індекс вод р. Тиса (с. Ділове) за період 2001–2014 рр. змінюється в межах значень 2–2,4, що відповідає 2-ій категорії (чисті) 2-ого класу якості вод. У половині випадків (2001–2004, 2006–2007, 2013 роки) при розрахунку індексу (I_E) ваговий внесок блокового індексу еколого-санітарних показників води (I_2) перевищував роль блокового індексу показників специфічних речовин токсичної дії (I_3) (рис. 4.11). У блоковому індексі (I_2) найбільші значення категорій мали показники азотовмісних сполук (нітрити, нітрати), БСК₅, прозорості та завислих речовин. При переважанні ролі блокового індексу (I_3) найбільші категорії мали показники концентрації заліза загального, марганцю, міді та, в окремі роки, цинку у водах р. Тиса (с. Ділове). Впродовж досліджуваного періоду води р. Тиса (с. Ділове) належали до 2-ої категорії (чисті) 2-ого класу якості вод. Винятком є 2001–2003 рр. для індексу (I_2) та 2002 р., 2005 р., 2010 р. та 2014 р. – для індексу (I_3), коли значення категорії були в діапазоні 3-ої категорії (досить чисті) II-ого класу якості вод.

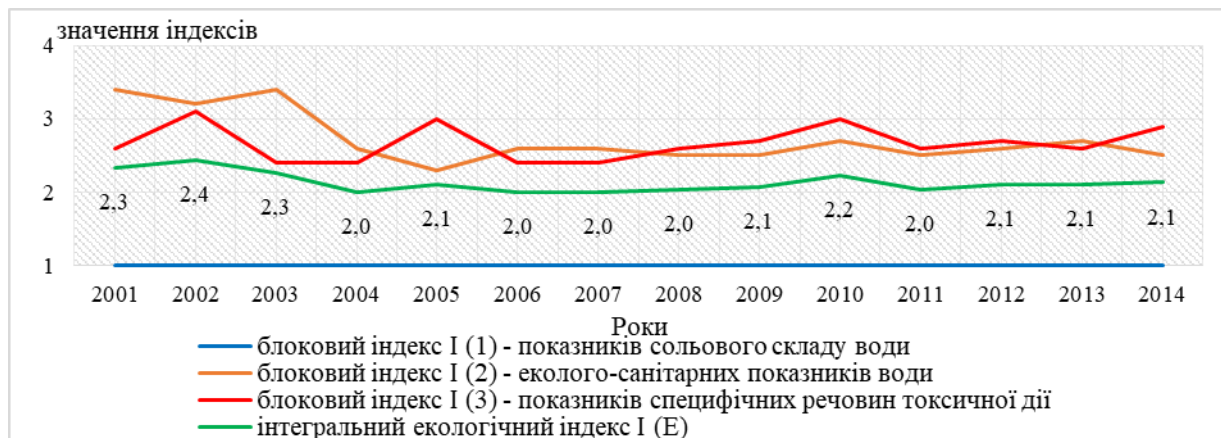


Рис. 4.11. Динаміка блокових індексів (I_1 , I_2 , I_3) та індексу (I_E) вод р. Тиса (с. Ділове) (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Інтегральний екологічний індекс (I_E) вод р. Тиса (сmt Великий Бичків) змінюється в межах значень 2–2,6 2-ої категорії (чисті) II-ого класу якості вод (рис. 4.12). Впродовж 25-річного періоду спостережень, у більшості випадків (12 років) ваговий внесок індексу (I_3) переважав над значеннями індексу (I_2) і лише у трьох випадках значення індексів були рівними. Також варто сказати, що у половині випадків значення індексів I_2 та I_3 були в

діапазоні 3-ої категорії (досить чисті) II-ого класу якості вод. Як і в створі в с. Ділове найвищі категорії у серед показників блокового індексу еколого-санітарних показників води (I_2) мали значення азотовмісних сполук (амоній, нітриту, нітрати), прозорості та вмісту завислих речовин. У блоковому індексі показників специфічних речовин токсичної дії (I_3) найбільші значення категорій мали залізо загальне, марганець, мідь, АПАР та цинк.

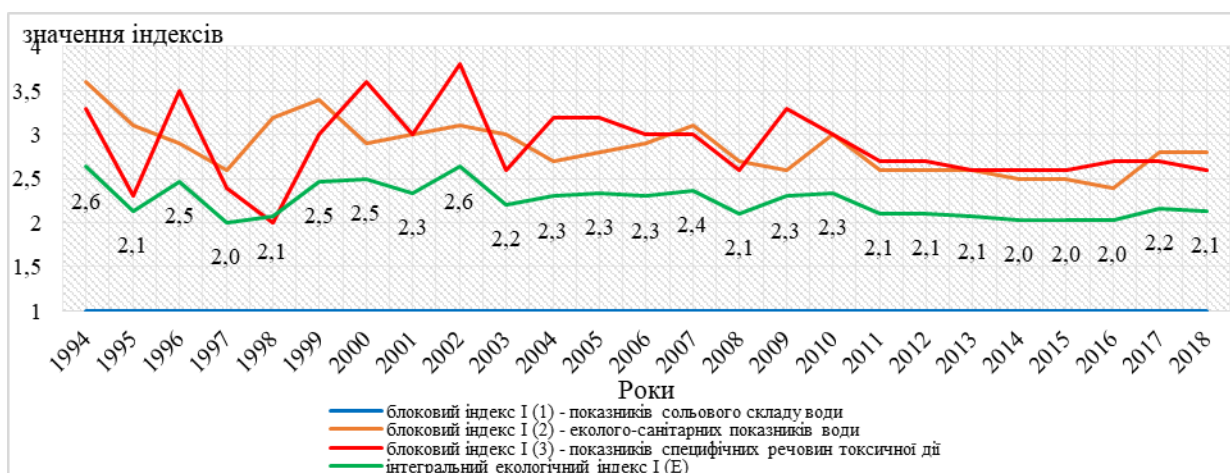


Рис. 4.12. Динаміка блокових індексів (I_1 , I_2 , I_3) та індексу (I_E) вод р. Тиса (сmt Великий Бичків) (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Аналізуючи сезонну мінливість блокових індексів (I_1 , I_2 , I_3) та інтегрального екологічного індексу (I_E) вод р. Тиса (сmt Великий Бичків) за період 2008–2018 рр. бачимо різний характер зміни значень індексів. Так, значення блокового індексу показників сольового складу вод (I_1) залишаються практично незмінними (значення індексу 1), за винятком зими 2010 р. та літа 2018 р., коли значення індексу було 1,1 за рахунок збільшення концентрації хлоридів. Натомість, розраховані середні сезонні значення блокових індексів еколого-санітарних показників води (I_2), показників специфічних речовин токсичної дії (I_3) та інтегрального екологічного індексу (I_E) збільшуються влітку за рахунок зростання вмісту нітритів, нітратів, фосфатів та заліза у поверхневих вод.

Інтегральний екологічний індекс (I_E) весною 2017 року змінюється в діапазоні 1,9–2,5 (рис. 4.13). Так, вниз за течією річки Чорна Тиса значення

індексу змінюються від 1,9 вище с. Чорна Тиса до 2,3 – смт Ясіня, с. Кваси, с. Білін. Змінюються також значення індексу вниз за течією річки Тиса. Так, нижче місця скиду вод очисних споруд м. Рахів від 2 до 2,2. Зі збільшенням водності зменшується інтегральний екологічний індекс у пункті р. Тиса (смт Великий Бичків) до 2,1 у порівнянні з 2,2 у пункті р. Тиса (м. Рахів нижче КОС). Схожу ситуацію зі зменшенням значення екологічного індексу спостерігаємо весною також у пунктах річки Шопурка, коли вниз за течією зменшується вплив житлово–комунальних стічних вод смт Кобилицька Поляна.

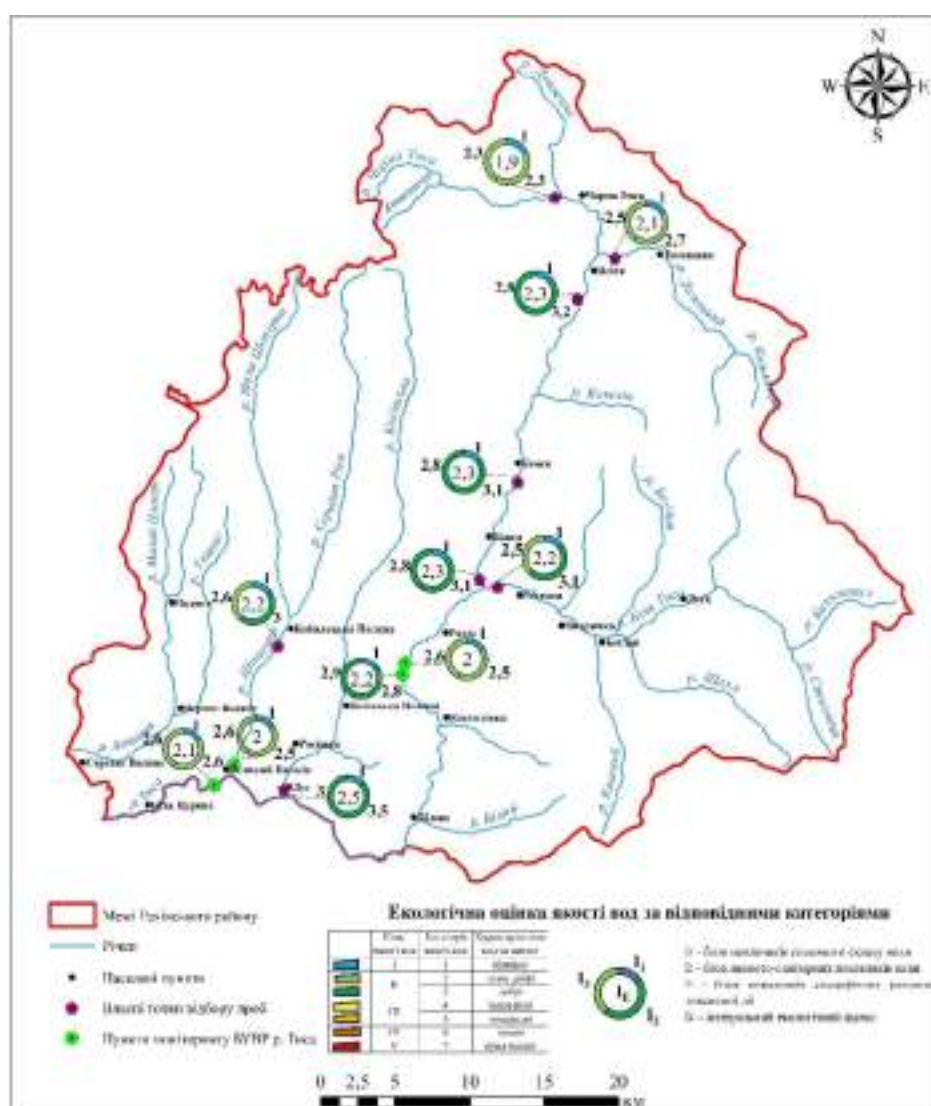


Рис. 4.13. Гідроекологічні стани Тиси та її допливів Рахівського району, весна 2017 р. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок та матеріалами БУВР р. Тиса)

За результатами літніх проб, розраховані інтегральні екологічні індекси річок Рахівського району змінюються в діапазоні 1,9–2,4 (рис. 4.14). Вниз за течією змінюються гідроекологічні стани вод річки Чорна Тиса, з найбільшим значенням I_E 2,4 у гирлі річки – с. Білин. Коливання інтегрального екологічного індексу вод річки Тиса відбуваються в межах 2–2,2 зі збільшенням значення у пункті нижче скиду комунальних вод та зменшенням – вниз за течією до пункту р. Тиса (сmt Великий Бичків). За даними літніх проб 2017 року майже незмінним є стан вод річки Шопурка.

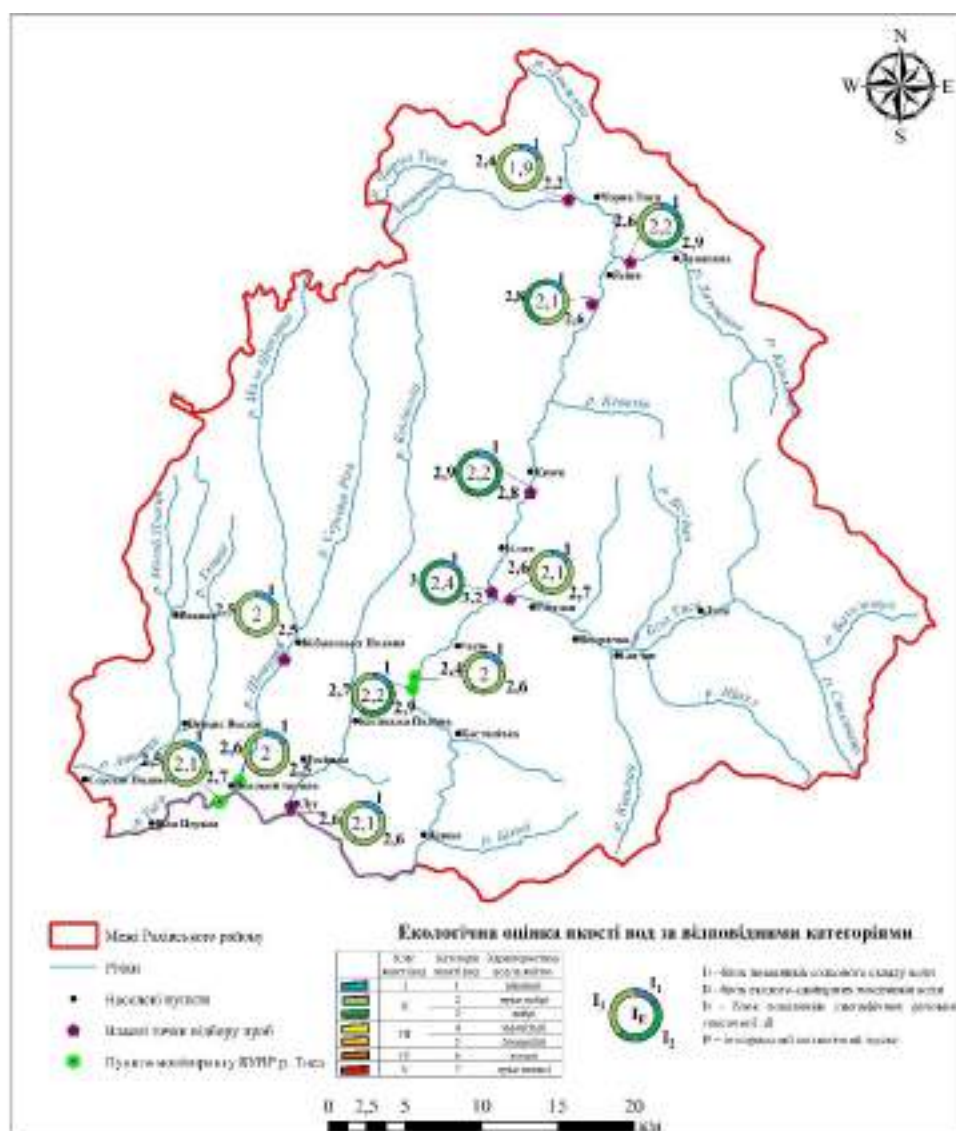


Рис. 4.14. Гідроекологічні стани Тиси та її допливів Рахівського району, літо 2017 р. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок та матеріалами БУВР р. Тиса)

За результатами осінніх проб 2017 року маємо найменший діапазон коливання значень інтегрального екологічного індексу від 1,8 до 2,2 (рис. 4.15). Найбільші значення інтегрального екологічного індексу восени 2017 року фіксуємо у пунктах р. Лазещина (смт Ясіня), р. Чорна Тиса (смт Ясіня), р. Чорна Тиса (с. Кваси). Незмінною залишається ситуація зі збільшенням значення інтегрального екологічного індексу у пунктах м. Рахів.

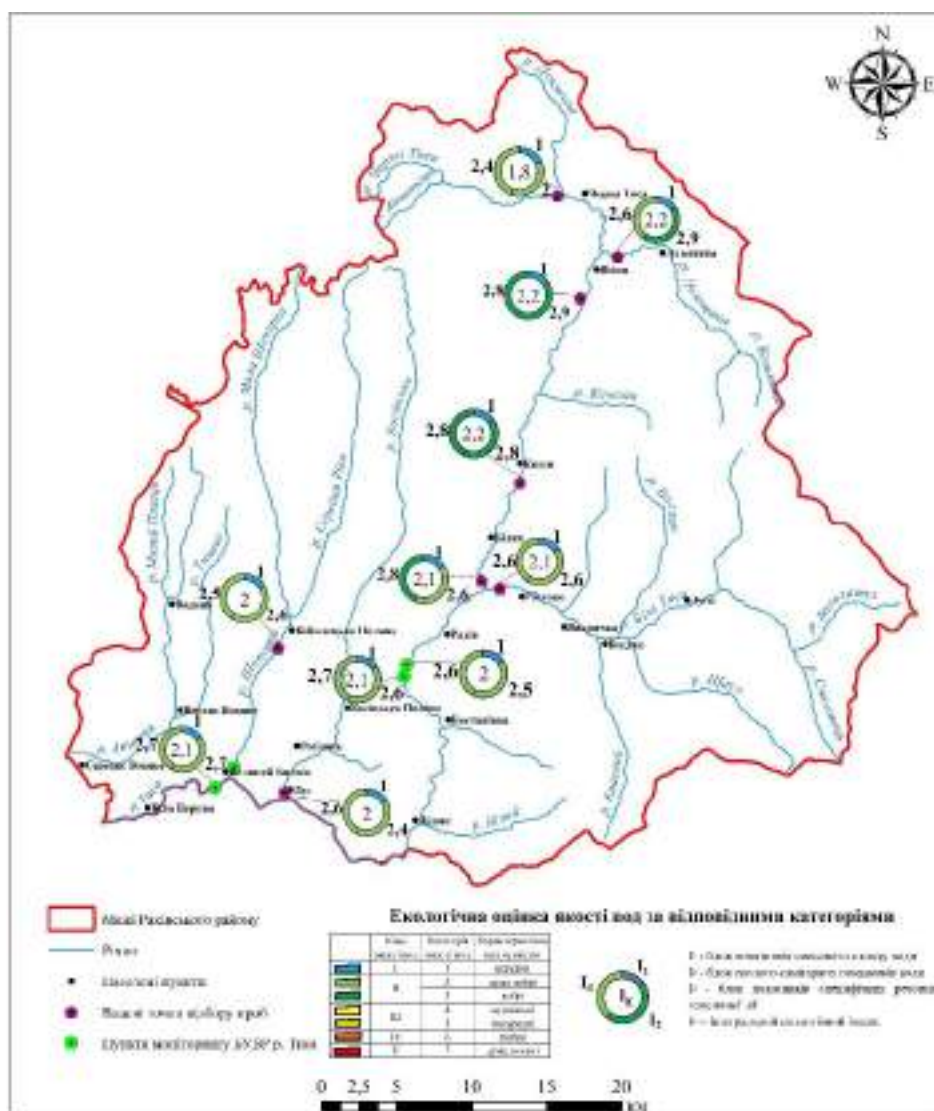


Рис. 4.15. Гідроекологічні стани Тиси та її допливів Рахівського району, осінь 2017 р. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок та матеріалами БУВР р. Тиса)

Коливання значень інтегрального екологічного індексу за результатами зимових проб 2018 року відбуваються в межах 1,8–2,2 (рис. 4.16).

Припускаємо, що збільшення значення індексу у пункті р. Чорна Тиса (сmt Ясіня) у деякій мірі залежить від стану притоки р. Лазещина, де зафіксовано найбільше сезонне значення 2,2. Вниз за течією р. Чорна Тиса значення інтегрального екологічного індекса залишається незмінним, на рівні 2,1. У пункті р. Тиса (м. Рахів нижче КОС) зимове значення індексу становить 2,1 і залишається незмінним у пункті р. Тиса (сmt Великий Бичків).

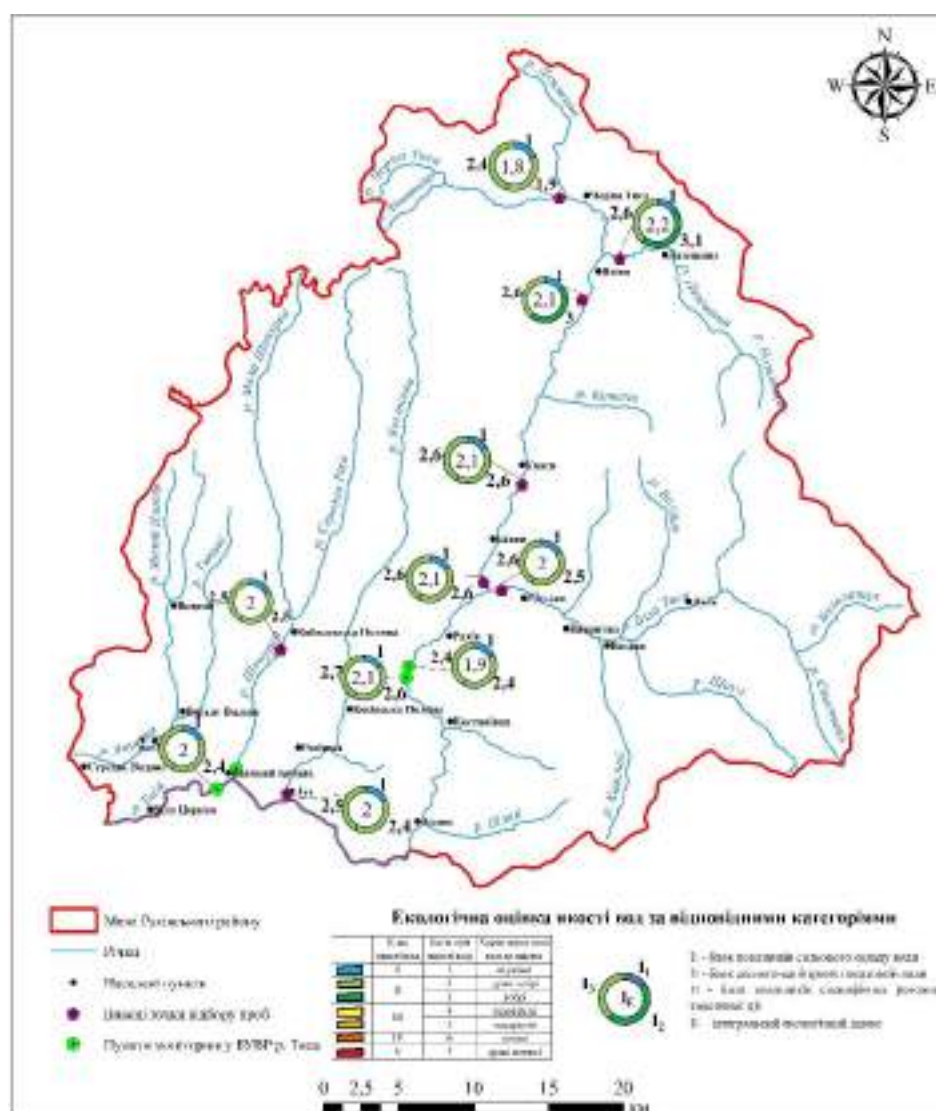


Рис. 4.16. Гідроєкологічні стани Тиси та її допливів Рахівського району, зима 2018 р. (укладено автором за матеріалами гідрохімічних зйомок та матеріалами БУВР р. Тиса)

Домінуючу роль у формуванні екологічного індексу вод річок Рахівського району має блок еколого-санітарних показників води (I_2).

Впродовж сезонів 2017–2018 рр. зафіксовано постійне переважання індексів блоку I_2 над блоком показників сольового складу (I_1), а в більшості випадків і над блоком показників специфічних речовин токсичної дії (I_3).

Зауважимо також, що води Тиси та її приток мають різний характер сезонної мінливості інтегрального екологічного індексу та блокових індексів. Так, незмінним на всіх водотоках залишається блок показників сольового складу вод (I_1). Натомість блок еколого-санітарних показників (I_2) впродовж сезонів найбільше змінюється у водах Чорної Тиси 1,9–3 та Косівської – 2,4–3,5. Дещо меншою є сезонна мінливість значень блоку показників специфічних речовин токсичної дії (I_3), позаяк більшість з них, в основному, відображають більш сталі, у порівнянні з антропогенною діяльністю, природні умови та чинники впливу на гідроекологічні стани вод Тиси в межах Рахівського району.

Середньорічні екологічні індекси вод, розраховані за даними БУВР р. Тиса у трьох пунктах моніторингу річки Тиса та в єдиному пункті на річці Шопурка. Значення блоку показників сольового складу вод (I_1) відповідають 1-ій категорії (дуже чисті води) I-го класу якості вод. Значення блоку еколого-санітарних показників (I_2) коливається вниз за течією Тиси в межах значень 2,5–2,8, які відповідають 2-ій (чисті води) та 3-ій (досить чисті води) категорії II-го класу якості вод. Найбільший діапазон змін у 2018 р. мали значення блоку показників специфічних речовин токсичної дії (I_3) (рис. 4.17). Так у пункті р. Тиса (м. Рахів, АГС) значення індексу 2,6 змінюється на 3 у пункті нижче скиду вод КОС м. Рахів, за рахунок збільшення у воді концентрації марганцю, цинку та АПАР. Таким чином зміни відбуваються межах 2-ої (чисті води) та 3-ої (досить чисті води) категорій II-го класу якості вод. За даними пункту р. Тиса (сmt Великий Бичків) води відносимо до 2-ої (чисті води) категорії II-го класу якості вод.

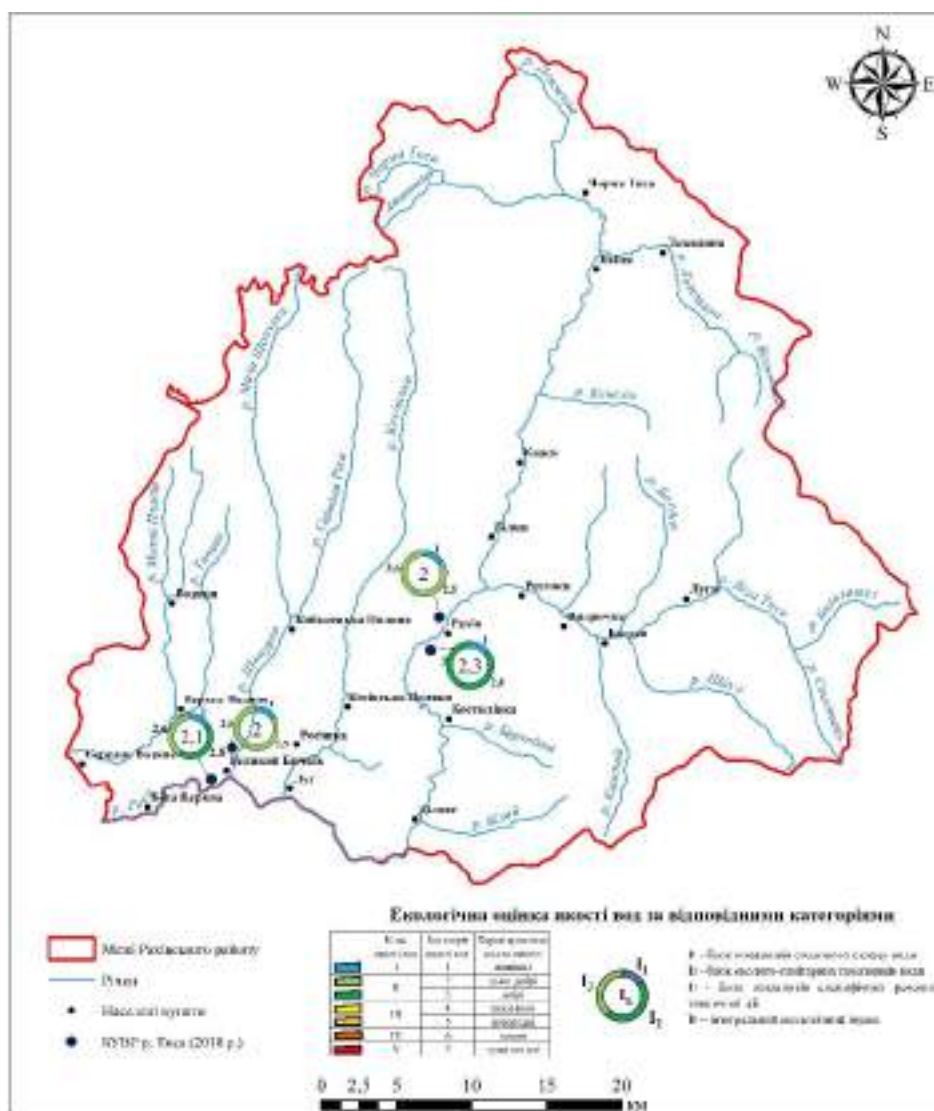


Рис. 4.17. Гідроекологічні стани р. Тиса та р. Шопурка, середньорічні за 2018 р. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

За період 2007–2011 рр. за даними Закарпатської ДЕІ якість вод річок Чорна Тиса та Біла Тиса дещо покращилась, позаяк значення всіх блокових індексів та інтегрального екологічного індексу в межах 2-ої категорії (чисті води) II-го класу якості вод. Найбільш відчутні зміни спостерігаємо серед значень блоку показників специфічних речовин токсичної дії (I_3) (рис. 4.18).

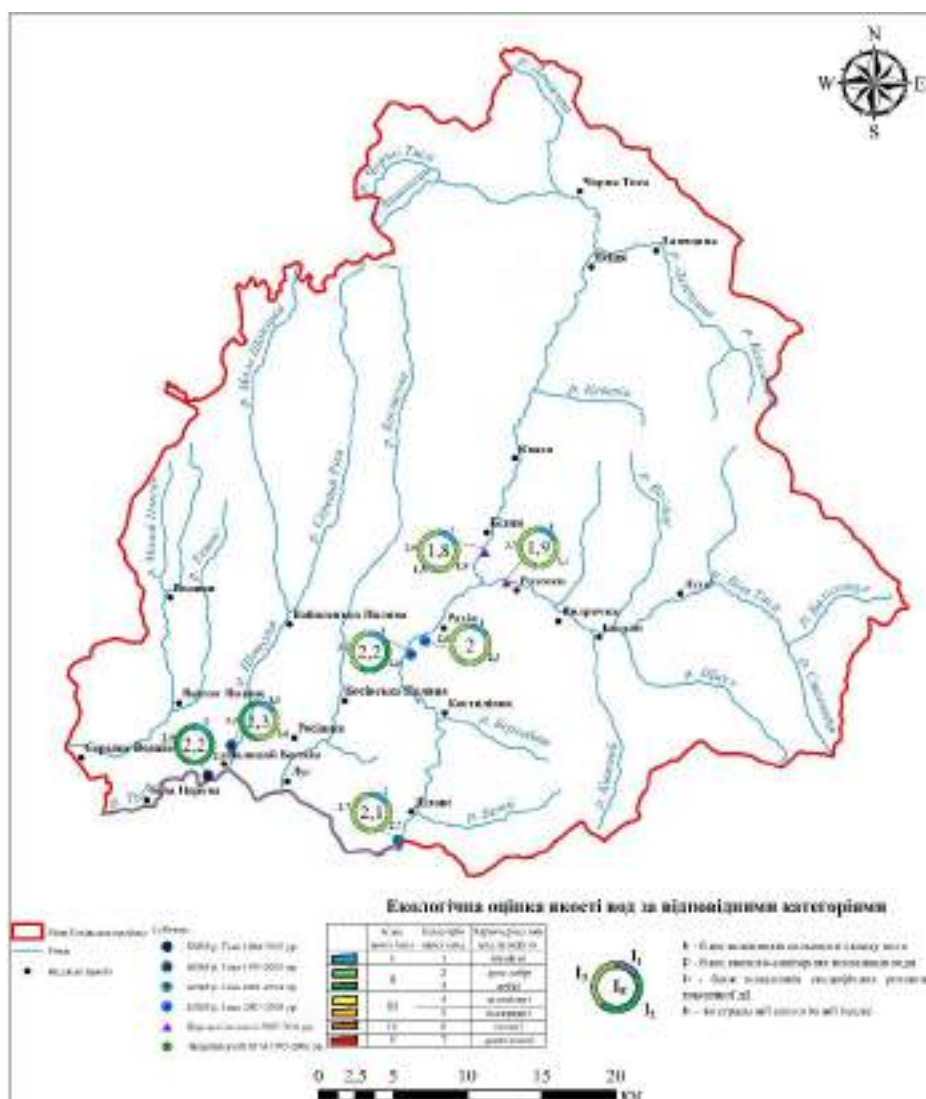


Рис. 4.18. Гідроекологічні стани Тиси та її допливів у межах Рахівського району, середні багаторічні за 2007–2018 рр. (укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса та Закарпатської ДЕІ)

За період 2007–2018 рр. за даними БУВР р. Тиса якість вод р. Тиса у пунктах м. Рахів та с. Ділове відповідає 2-ій категорії (чисті води) II-го класу якості вод. Кінцевий пункт моніторингу якості вод у межах Рахівського району р. Тиса (сmt Великий Бичків) є найбільш репрезентативним та охоплює найдовший період спостережень з 1994 р. по 2018 р. Так, середнє багаторічне значення інтегрального екологічного індексу становить 2,2, що відповідає 2-ій категорії (чисті води) II-го класу якості та доброго екологічного стану вод.

4.2. Гідроекологічні стани за класифікацією Міжнародної комісії із захисту річки Дунай

У межах території досліджень басейн річки Тиса має транскордонний характер на ділянці с. Ділове – смт Великий Бичків. Нижче с. Ділове Тиса приймає води румунської притоки р. Вішеу, що підтверджує міжнародний характер та важливість гідроекологічних досліджень верхів'я Тиси. Враховуючи це, вважаємо за доцільне використати систему оцінки якості вод, апробовану в європейських країнах басейну Дунаю та рекомендовану Міжнародною комісією із захисту р. Дунай.

Враховуючи вимоги методики Міжнародної комісії із захисту річки Дунай [309] для визначення екологічних станів вод транскордонної ділянки річки Тиса використано дані лише з двох пунктів моніторингу: с. Ділове та смт Великий Бичків.

Класифікація екологічних станів за вимогами МКЗРД в результаті сильно відрізняється від вітчизняних методик (ІЗВ та ІЕ). Так, впродовж періоду 2008–2014 рр. у пункті с. Ділове згідно методики МКЗРД, зафіксовано 3-ій клас якості вод (умовно чиста вода), що відповідає задовільному екологічному стану. У пункті смт Великий Бичків, який знаходиться нижче за течією, екологічний стан вод практично не змінюється, окрім у 2006, 2007 та 2011 років, коли маємо 2-ий клас якості вод (чиста вода) та добрий екологічний стан.

Як відомо, екологічний стан вод згідно вимог МКЗРД визначається за найгіршим значенням з досліджуваних показників [309]. У пунктах с. Ділове та смт Великий Бичків такими були показники вмісту розчинених у воді металів цинку (Zn) та міді (Cu). З 2008 по 2018 рр. за концентраціями цих металів води річки Тиса в межах Рахівського району відносимо до 2-го (чиста вода) та 3-го (умовно чиста вода) класів якості від, яким відповідають добрий та задовільний екологічний стан (рис. 4.19, 4.20). Екологічний стан вод річки Тиса у пункті смт Великий Бичків за 2006, 2007 та 2011 рр. визначено за

розчиненим у воді киснем (O_2) та $БСК_5$, показники яких відповідали 2-му (чиста вода) класу якості вод та, відповідно, доброго екологічного стану.

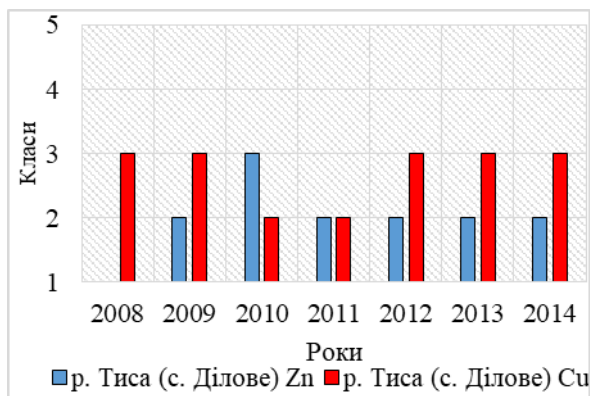


Рис. 4.19. Динаміка класів якості вод р. Тиса (с. Ділове) впродовж 2008–2014 рр.

(укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

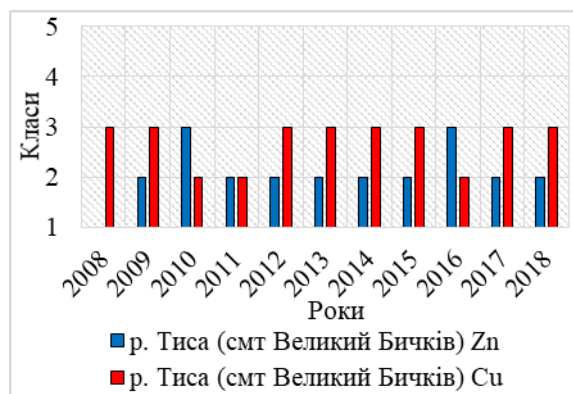


Рис. 4.20. Динаміка класів якості вод р. Тиса (сmt Великий Бичків) впродовж 2008–2018 рр.

(укладено автором за матеріалами БУВР р. Тиса)

Як можна побачити в таблиці 4.1 результати порівняння оцінок якості вод у пункті р. Тиса (сmt Великий Бичків) за вітчизняними та європейською методиками дають можливість виділити спільні та відмінні ознаки:

- вітчизняні методики оцінки якості вод за інтегральними показниками ІЗВ та I_E в підсумку дають майже однаковий результат – добрий екологічний стан вод;
- в обох вітчизняних методиках найбільші вагові коефіцієнти при визначенні індексів мали значення $БСК_5$ та NO_2^- , що черговий раз дає підстави стверджувати про небезпеку органічного забруднення вод;
- система оцінки якості вод за вимогами МКЗРД, в результаті дає можливість говорити про забруднення вод р. Тиса важкими металами міді (Cu) та цинку (Zn);
- певна схожість у наборі показників інтегрального екологічного індекса (I_E) та класифікації за вимогами МКЗРД підтверджує небезпеку високих концентрацій міді (Cu) та цинку (Zn) у водах р. Тиса;

- інтегральний параметр якості вод є результатом використаних нами лише вітчизняних методик, а за вимогами МКЗРД окремо вказуються найбільші забрудники.

Таблиця 4.1

Порівняльний аналіз методик оцінки якості вод на прикладі
р. Тиса (сmt Великий Бичків) *

Методика	ІЗВ (1994–2018 рр.)	ІЕ (1994–2018 рр.)	МКЗРД (2006–2018 рр.)
Клас якості вод	$\frac{I - II}{II}$	II	$\frac{2 - 3}{3}$
Екологічний стан	$\frac{\text{відмінний} - \text{добрий}}{\text{добрий}}$	добрий	$\frac{\text{добрий} - \text{задовільний}}{\text{задовільний}}$
Визначальні показники	БСК ₅ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ ,	Fe, Mn, Cu, БСК ₅ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , завислі речовини, прозорість	O ₂ , БСК ₅ , Zn, Cu

*Складено автором за матеріалами БУВР р. Тиса

Примітки: у чисельнику мінімальні та максимальні значення, у знаменнику – середні.

Висновки до розділу 4

Для оцінки якості вод р. Тиса та її приток у межах Рахівського району в першу чергу було використано індекс забрудненості вод (ІЗВ). Діапазон коливання ІЗВ, розрахованого за даними БУВР р. Тиса впродовж 2007–2018 рр. складає 0,19–0,87 що відповідає I-му (дуже чиста вода) та II-му (чиста вода) класам якості вод. Впродовж даного періоду зафіксовано зростання впливу значень показників кисневого режиму (БСК₅, ХСК та вмісту розчиненого кисню (O₂)). Зафіксовано збільшення значень ІЗВ від пункту р. Чорна Тиса (сmt Ясіня) до р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС) за рахунок зростання концентрацій амонію, нітритів та значень БСК₅ і ХСК, що дає підстави говорити про органічне забруднення вод. Впродовж всього досліджуваного періоду нами зафіксовано чітке зростання ІЗВ у пунктів р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС) у порівнянні з даними пункту р. Тиса (м. Рахів), що знаходиться на 1 км вище за течією.

У крайньому в межах Рахівського району пункті моніторингу вод р. Тиса (сmt Великий Бичків) за період 1994–2018 рр. діапазон коливань ІЗВ складає 0,28–0,93. З пункту р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС) до р. Тиса (сmt Великий Бичків) простежується зменшення значень ІЗВ, що пояснюється збільшенням водності та зменшенням антропогенного навантаження безпосередньо на води річки Тиса.

Результати аналізу даних БУВР р. Тиса та проведених нами гідрохімічних зйомок показують зростання значень ІЗВ вниз за течією р. Чорна Тиса, р. Тиса (в межах двох пунктів у м. Рахів) та р. Шопурка. Сезонна мінливість ІЗВ зумовлена збільшенням впливу нітритів впродовж літнього та осіннього періодів, зменшенням вмісту розчиненого кисню (O_2) та відповідного збільшення БСК₅ та ХСК.

У період з 2007–2018 рр., згідно даних БУВР р. Тиса інтегральний екологічний індекс (I_E) змінюється в межах значень 1,6–2,4, а це в свою чергу відповідає першій категорії (дуже чисті води) I-го класу якості вод (відмінний екологічний стан) та другій категорії (чисті води) II-го класу якості вод (добрий екологічний стан). Значення блокового індексу (I_3) знаходяться на рівні 2–3,8, що обумовлено високим вмістом заліза загального ($Fe_{заг.}$), марганцю (Mn), міді (Cu), рідше АПАР та цинку (Zn) у річкових водах Рахівського району. Водночас збільшується роль блокового індексу еколого–санітарних показників (I_2), значення якого, за рахунок збільшення показників нітритів (NO_2^-), нітратів (NO_3^-) та БСК₅, коливаються в межах 2,9–3,1. Значення блокового індексу показників сольового складу (I_1) переважно рівні 1, за винятком зими 2010 р. та 2018 р., коли збільшення вмісту хлоридів (Cl^-) спричинило зростання індексу до 1,1.

Між значеннями блокового індексу I_1 та водністю річок Рахівського району простежується обернений зв'язок, натомість величина блокових індексів I_2 , I_3 , та інтегрального екологічного індексу I_E має більш тісний зв'язок зі змінами об'ємів водного стоку. Збільшення стоку води прямо впливає на збільшення концентрацій нітритів (NO_2^-), нітратів (NO_3^-),

фосфатів (PO_4^{3-}) та заліза загального ($\text{Fe}_{\text{заг.}}$), а відтак зумовлює зростання значень блокових індексів I_2 та I_3 . Найбільш динамічний характер сезонної мінливості мають значення блокового індексу еколого-санітарних показників (I_2). Зміни значень інтегрального екологічного індексу (I_E) відбуваються також вниз за течією: збільшуються вздовж р. Чорна Тиса та р. Тиса (у межах 2 пунктів м. Рахів); зменшуються вздовж р. Тиса (ділянка с. Ділове – смт Великий Бичків) та р. Шопурка.

Результати оцінки якості вод р. Тиса за вимогами МКЗРД є досить однозначними. Так, в обох пунктах моніторингу води Тиси відносяться до 3-го класу якості вод (умовно чиста вода), що відповідає задовільному екологічному стану. Класи якості вод та екологічний стан визначені за високим вмістом міді (Cu) та цинку (Zn) у річкових водах Тиси. За відсутності даних по вмісту міді (Cu) та цинку (Zn) у водах Тиси (сmt Великий Бичків) за 2006–2007 рр. результати оцінки дозволяють віднести їх до 2-го класу якості (чисті води), добрий екологічний стан з визначальними показниками вмісту розчиненого кисню (O_2) та БСК₅.

Результати досліджень опубліковані автором у працях [163, 165, 169].

РОЗДІЛ 5. ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ З МЕТОЮ ДОСЯГНЕННЯ ДОБРОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У БАСЕЙНІ РІЧКИ ТИСА

5.1. Вдосконалення системи гідроекологічного моніторингу

За працею Ковальчука І. П. [134] головними завданнями гідроекологічного моніторингу річково-басейнової системи є:

- створення картографічної моделі структури мережі моніторингових об'єктів;
- розроблення програми систем моніторингу різного рівня та відображення спектру показників і частоти спостережень;
- формування інформаційної бази даних про екологічний стан річково-басейнової системи;
- моделювання та прогнозування водноекологічних ситуацій;
- використання даних моніторингу для прийняття управлінських рішень у галузі водокористування та водоохорони.

Моніторингові дослідження якості поверхневих вод у Закарпатській області, в тому числі й на території Рахівського району проводять наступні суб'єкти обласної системи моніторингу довкілля:

- Басейнове управління водних ресурсів річки Тиса (ДАВР України);
- Закарпатський обласний центр з гідрометеорології (ДСНС України);
- Державна екологічна інспекція у Закарпатській області (Міністерство екології та природних ресурсів України).

Найбільшу кількість показників якості поверхневих вод визначають у Лабораторії моніторингу вод Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса. Матеріали роботи лабораторії впродовж 1994–2018 рр. та аналіз відібраних нами проб впродовж 2016–2018 рр. стали основою даного дисертаційного дослідження.

У межах досліджуваної частини Рахівського району є міждержавна ділянка річки Тиса (с. Ділове – смт Великий Бичків), що служить кордоном між Україною та Румунією. Загальна площа водозбору р. Тиса на гідрологічному пості в смт Великий Бичків становить 3 330 км², з яких близько 1 700 км² – українська частина водозбору. Тому вирішення екологічних проблем річкової системи Тиси повинно відбуватись у правовому полі як національного, так і міждержавного рівня [282].

Тому важливим є співробітництво між Україною та Румунією в рамках Гельсинської Конвенції «Про охорону та раціональне використання транскордонних водотоків і міжнародних озер» (1992 р.), що була ратифікована Україною 8 жовтня 1999 р. Згідно цієї Конвенції оптимізація та розвиток моніторингової мережі поряд з ефективним контролем якості вод є пріоритетними завданнями природоохоронної діяльності [270]. В рамках Конвенції співробітництво країн-сусідів включає: раціональний розподіл обсягів транскордонних вод; раціональне використання водних ресурсів; зменшення забрудненості транскордонних водотоків; здійснення контролю за процесами проходження паводків; налагодження систем аварійного оповіщення; відпрацювання критеріїв оцінки якості вод транскордонних водних об'єктів та ін [342].

Українсько-румунське співробітництво в межах транскордонної ділянки Тиси здійснюється відповідно до Угоди між Урядом України та Урядом Румунії про співробітництво в галузі водного господарства на прикордонних водах, підписаної 30 вересня 1997 року у м. Галац, Румунія. Для цього за басейновим принципом була сформована комплексна робоча група, до якої входять представники регіональних управлінь водного господарства, екологічної безпеки, гідрометцентру, надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення. В межах своїх компетенції члени групи здійснюють:

- обмін метеорологічною та гідрологічною інформацією між Україною та Румунією;

- спільну оцінку якості прикордонних вод (с. Ділове, вище та нижче впадіння р. Вішеу);
- українсько-румунське співробітництво з питань захисту від паводків;
- заходи щодо уникнення або мінімізації впливу небезпечних і надзвичайних забруднень прикордонних вод (аварійних скидів).

Невід’ємною складовою українсько-румунського співробітництва є також вирішення питань протипаводкового захисту, реконструкції та будівництва водозахисних і водоохоронних об’єктів і стабілізації лінії українсько-румунського держкордону шляхом адекватного проведення берегоукріплювальних робіт та регулювання її русла представниками водного господарства обох держав. Наразі розробка Комплексної Схеми стабілізації русла р. Тиса на спільній українсько–румунській ділянці річки поряд з інтенсифікацією міжнародного контролю якості вод є пріоритетними завданнями для подальшого співробітництва між Україною та Румунією.

Разом з тим всі водоохоронні та водогосподарські заходи повинні використовувати моніторинг якості вод як основний інструмент контролю та управління внутрішніми та транскордонними водними об’єктами [254]. Окрім того, важливим є використання та дотримання принципів Водної Рамкової Директиви:

- басейновий підхід;
- створення чи призначення уповноваженого органу, відповідального за управління водними ресурсами басейну;
- розробка генерального плану управління і розвитку басейну;
- покриття витрат на охорону навколишнього середовища за принципом «хто забруднює, той платить»;
- участь водокористувачів та їх інформування;
- участь громадськості у розгляді та прийнятті басейнових планів та їх виконання.

Дотримання цих принципів у межах басейну річки Тиса є важливим для досягнення цілей басейнового управління водними ресурсами.

Проведені нами дослідження моніторингової мережі Закарпатської області та, зокрема, Рахівського району виявили ряд недоліків системи гідроекологічного моніторингу у басейні річки Тиса:

- відсутність обласної програми моніторингу, яка б містила єдину міжвідомчу науково-методичну базу комплексного гідроекологічного моніторингу вод;
- не витримано єдині норми стандартизації, метрології та сертифікації технічного обладнання;
- недосконалий характер мережі та ступеню охоплення моніторингом різних водних масивів;
- неузгодженість між суб'єктами по кількості показників якості вод, на нескоординованість з питань періодичності та часу відбору проб;
- відсутність зворотнього зв'язків між суб'єктом моніторингу та споживачем гідроекологічної інформації;
- недостатній рівень державного фінансування та застарілість матеріально-технічної бази, що обумовлює низьку ефективність роботи суб'єктів моніторингу;
- практично відсутній науковий супровід у системі гідроекологічного моніторингу [164, 371].

Для вирішення даних проблем та з метою вдосконалення державної системи моніторингу довкілля, рішенням сесії Закарпатської обласної ради від 31.10.2014 року №1081 затверджена Програма моніторингу довкілля Закарпатської області на 2014 – 2018 роки. Основні пункти Програми стосувались ряду важливих завдань по модернізації та автоматизації всіх структурних елементів моніторингу, збільшенню кількості пунктів моніторингу та розробки спеціалізованих ГІС. На практиці ж, за участі європейських країн-партнерів у межах проектів ТАСІС «Транскордонне управління паводками в басейні р. Тиса» та Міжнародної угоди урядів України та США, Україна-Угорщина «АІВС-Тиса» було розширено мережу автоматизованих гідрометеорологічних станцій, зокрема й на р. Чорна Тиса

(смт Ясіня), р. Біла Тиса (с. Луги), р. Тиса (м. Рахів), р. Тиса (смт Великий Бичків) та запущено доступну онлайн версію автоматизованої інформаційно-аналітичної системи моніторингу довкілля в Закарпатській області, побудованої на основі даних Google Maps.

Для подальшого розвитку системи гідроекологічного моніторингу вод басейну Тиси важливо розширювати функціонал наявних та впроваджувати новітні геоінформаційні та GPS-технології, які зможуть суттєво розвинути регіональну та державну систему моніторингу довкілля. Наступним кроком повинно стати формування єдиної науково-технічної та методологічної основи ведення моніторингу, створення доступних банків даних спеціалізованих ГІС та системи прогнозування змін довкілля за допомогою інтегрованої оцінки [164].

Для розбудови ефективної мережі гідроекологічного моніторингу в Закарпатській області варто врахувати рекомендації Європейської економічної комісії ООН щодо створення Європейської мережі спостереження й інформації про стан навколишнього середовища (EIONET). Важливо також підвищити рівень інформативності наявних суб'єктів моніторингу з дотриманням єдиного формату передачі й обміну інформацією EUROWATERNET [24].

Щодо мережі пунктів моніторингу на території Рахівського району, то в результаті наших досліджень вважаємо за необхідне збільшити їх кількість загалом до 14 пунктів, додавши нові, частина яких була апробована у 2008–2009 рр. та 2016–2018 рр. (рис. 5.1) Враховуючи те, що р. Тиса немає власного витoku, а за її початок взято місце злиття р. Чорна Тиса та р. Біла Тиса вище м. Рахів, вважаємо за необхідне моніторити якість вод цих річок, позаяк їх сумарний ефект формує гідроекологічні стани верхів'я Тиси. Специфіка природних та антропогенних чинників зумовлює і той факт, що окремі річки в межах Рахівського району мають різні показники, що визначають якість вод та відповідні гідроекологічні стани. А тому рекомендуємо додати такі пункти моніторингу:

1. р. Чорна Тиса (вище с. Чорна Тиса) – референційні умови;
2. р. Лазещина (сmt Ясіня) – гирло;
3. р. Чорна Тиса (сmt Ясіня) – нижче сmt Ясіня;
4. р. Чорна Тиса (с. Кваси) – нижче санаторію «Гірська Тиса»;
5. р. Чорна Тиса (с. Білин) – гирло;
6. р. Біла Тиса (с. Розтоки) – гирло;
7. р. Косівська (с. Луг) – гирло;
8. р. Шопурка (сmt Кобилецька Поляна) – нижче ВЖКП.

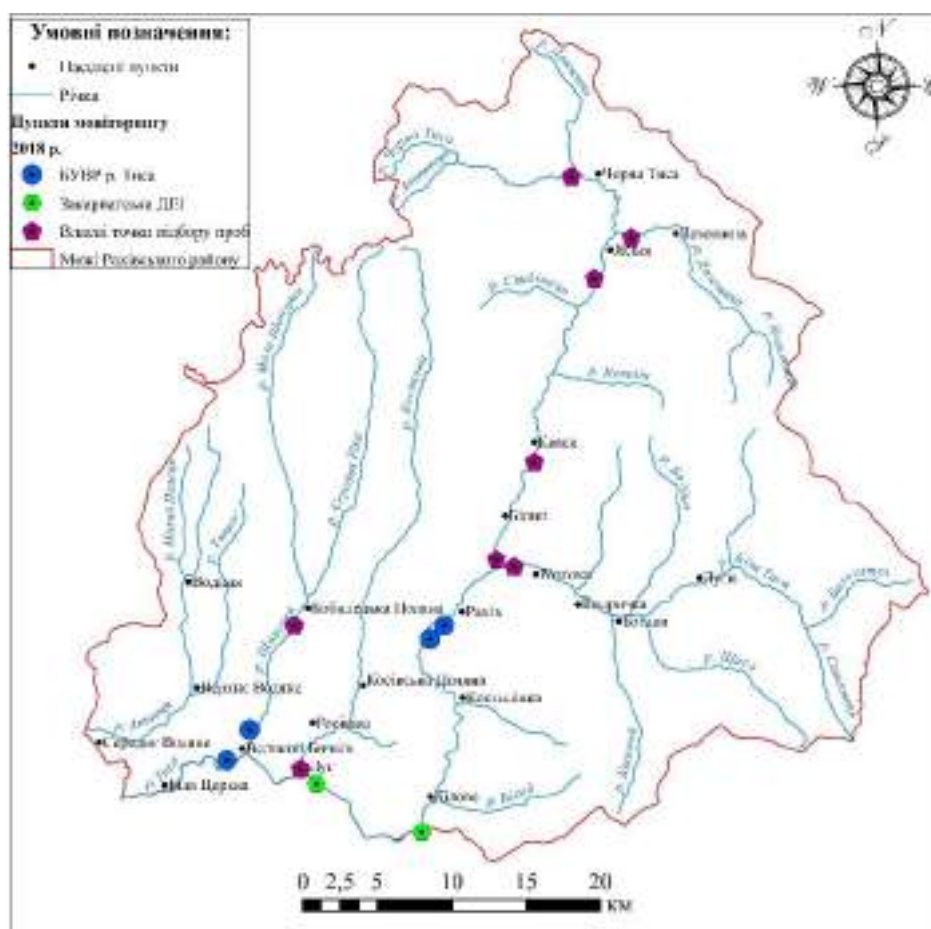


Рис. 5.1. Існуючі та рекомендовані пункти відбору проб вод у межах Рахівського району (укладено автором)

Вважаємо, що збільшення до 14-ти пунктів моніторингу в межах Рахівського району дозволить краще дослідити та зрозуміти умови формування та зміни гідроекологічних станів Тиси за сезонами та роками. Розділивши річки Чорна Тиса, Біла Тиса, Тиса та Шопурка на окремі масиви

поверхневих вод, кожен з яких матиме пункт моніторингу, ми зможемо чітко вибудувати модель гідроекологічних станів Тиси. Такий підхід дасть змогу зрозуміти та в майбутньому прогнозувати режимні ознаки гідроекологічних станів Тиси та її приток вниз за течією, що, безумовно, є важливим з точки зору вирішення екологічних, економічних, соціальних та політичних проблем не тільки в межах регіону, але й на міжнародній арені.

5.2. Пропозиції щодо оптимізації природокористування

Природокористування – це сукупність усіх форма та засобів використання, переробки, відновлення, покращення, вивчення та охорони природно–ресурсного потенціалу задля розвитку продуктивних сил і забезпечення сприятливих умов життя [321, 334].

У Рахівському районі основу природокористування складають біологічні (лісові, мисливські, рибні), рекреаційні, ґрунтові, водні та мінеральні ресурси. Впродовж різних історичних періодів інтенсивність використання тих чи інших ресурсів змінювалась, а відтак змінювалась і частка природних та господарських угідь. А це в свою чергу впливало на екологічний стан навколишнього природного середовища, в тому числі й на якість поверхневих вод. Так, розвинені підприємства лісової, деревообробної, хімічної, металургійної, легкої та харчової галузей промисловості впродовж XIX–XX ст. стали основними забрудниками річкових вод, ґрунтових вод і ґрунтів на території Рахівського району. Впродовж останніх 30-ти років спостерігаємо зміну чинників впливу на екологічний стан середовища, зокрема і річкових вод Тиси. Поступово найбільшими забруднювачами вод Тиси стають комунальний сектор та туристично-рекреаційні об'єкти, натомість частка впливу промислового сектору значно зменшується.

Під природокористуванням розуміємо усі види землекористування, лісокористування, водокористування, надрокористування, а тому до розгляду заходів та стратегічних завдань щодо оптимізації та раціонального

використання природних ресурсів у межах Рахівського району застосуємо поресурсний підхід.

Відомо, що найбільшим ресурсом Рахівського району є ліс, позаяк лісистість території складає 72 % (лісистість Закарпатської області – 52 %). Наразі ліс активно використовується у промисловості (лісова, деревообробна), туризмі, рекреації та природоохоронній діяльності. У межах району деревина є єдиним ресурсом, який використовується для опалення та обігріву, що зумовлює значний попит на ресурс і як наслідок збільшення вирубки лісів. Значною проблемою лісового господарства Рахівського району є наявність несанкціонованих суцільних рубок, в тому числі й на території природо-заповідного фонду. Суцільні рубки за умов інтенсивних опадів спричиняють збільшення поверхневого стоку, поширення ерозійних процесів (утворення ярів, зсуви, селі), руслових процесів (ерозія, наноси, акумуляція), збільшення каламутності та кількості завислих і рухомих наносів, стоку біогенних речовин і важких металів у водах Тиси та її приток. Для вирішення проблем лісокористування у межах Рахівського району варто в першу чергу провести інвентаризацію земель лісового фонду лісгосподарських підприємств: Рахівського лісового дослідного господарства, Ясінянського лісомисливського господарства та Великобичківського лісомисливського господарства. Важливою складовою лісокористування є також лісовідновлення, а тому варто збільшити площі лісових насаджень та площ лісів захисної, природоохоронної та біологічної функцій, які наразі займають 54 % лісів Рахівщини. Сприятиме оптимізації наслідків лісокористування і розвиток екомережі Рахівського району та збільшення територій ПЗФ Карпатського біосферного заповідника (зокрема приєднання Свидовецького гірського масиву), створення РЛП «Петрос» тощо [274].

У сфері землекористування найбільший вплив на гідроекологічні стани вод Тиси здійснюють сільськогосподарські землі. Попри те, що в Рахівському районі досить обмежені ресурси сільськогосподарських земель (лише 19 %), а рілля займає тільки 1 % території району, у межах водозборів

Чорної Тиси, Білої Тиси та Шопурки вниз за течією збільшується їх вплив. Розширення річкових долин зумовлює збільшення площ земель, відведених під оранку. Часто оранка в межах водозборів гірських річок, в тому числі й Чорної Тиси, Білої Тиси, Лазещини, Шопурки, Косівської та ділянки Тиси розміщена на схилах вузьких річкових долин, прибережних смугах та заплавах річок. В умовах гірського рельєфу Рахівського району необхідним є: збільшення площ протиерозійних та водозахисних лісосмуг уздовж сільськогосподарських земель, річок та основних автошляхів; заборона або часткове обмеження оранки заплав.

Щодо водокористування, то згідно пункту 2.5. даної роботи, найбільшими забруднювачами поверхневих вод на сьогодні є Відділ освіти Рахівської РДА м. Рахів (скиди НДО вод), КП «Рахівтепло» м. Рахів (скиди НДО вод) та Виробниче житлово-комунальне підприємство (ВЖКП) смт Кобилецька Поляна (скиди забруднених вод, без очистки). 80 % відпрацьованих стічних вод скидаються у поверхневі води, при цьому у 2018 р. лише 9 % стічних вод пройшли механічну та біологічну очистку. 20 % від загального об'єму стічних вод скидаються у резервуари, впадини та накопичувачі, що становить загрозу забруднення ґрунтових вод. Мережа водопостачання та водовідведення у населених пунктах Рахівського району має часткове покриття з урахуванням приватних водогонів (відповідно 40 % та 30 % у міських населених пунктах; 35,7 % та 25,6 % – у сільських населених пунктах).

Вирішення проблеми забруднення поверхневих та ґрунтових вод потребують прийняття важливих та дієвих рішень, зокрема щодо:

- модернізації та ремонту водозаборів у м. Рахів та смт Великий Бичків;
- модернізації та ремонту каналізаційно–очисних споруд ВАТ «Хутро», ВАТ «Катод», ВАТ «Картонна фабрика», «Великобичківського лісохімкомбінату», ВАТ «Закарпатський арматурний завод»;
- збільшення потужностей очисних споруд КП «Рахівтепло» та ВЖКП смт Кобилецька Поляна;
- очистки ґрунтових вод на території «Великобичківського ЛХК»;

- цільових програм оздоровлення забруднених територій «Великобичківського ЛХК», «Рахівської картонної фабрики», «Консервного заводу», ВАТ «Хутро» та ін., земель промислового будівництва, сміттєзвалищ (санкціонованих та несанкціонованих), земель залізничного транспорту (перегін Солотвино 2 – Великий Бичків довжиною 12 км та ділянка Рахів – Ділове/державний кордон довжиною 20 км);
- відведення стічних вод та спорудження септиків на територіях літніх стоянок тварин та гноєсховищ;
- спорудження каналізаційних мереж та очисних споруд (септиків) на території гірськолижного курорту «Драгобрат», туристичного комплексу «Високі Карпати», турбази «Едельвейс», туристичного притулку «Козьмещик» та інших туристично-рекреаційних об'єктів, а також на території фермерських господарств;
- розробки програм будівництва систем централізованого водопостачання та водовідведення у всіх населених пунктах;
- продовження будівництва водозахисних та прибережних зон на небезпечних ділянках р. Біла Тиса, р. Чорна Тиса, р. Шопурка, р. Косівська, р. Тиса на ділянці м. Рахів – смт Великий Бичків;
- суміщення гідротехнічних споруд з лісомеліоративними насадженнями;
- аудиту небезпечних підприємств та рекреаційних об'єктів;
- розробки цільових місцевих (на рівні адміністративних рад, майбутніх ОТГ) екологічних програм, зокрема для вирішення проблем з водопостачанням, водовідведенням, спорудженням та модернізацією КОС;
- удосконалення системи економічного, адміністративного та технічного регулювання водопостачання;
- удосконалення методів контролю та оцінки якості стічних вод;
- розробки територіальних та басейнових схем комплексного використання та охорони водних ресурсів;

- укладання міжнародних угод про використання та охорону спільних водних ресурсів на прикордонних територіях України та Румунії.

Впродовж останніх десятиліть спостерігаємо занепад багатьох галузей промисловості Рахівського району, за винятком деревообробної та виробництва меблів. Промислові запаси доломіту, вапняку та мармуру зумовили розвиток добувної промисловості, проте галузь дає лише 4 % від обсягу реалізованої продукції основних галузей промисловості Рахівського району (станом на 2017 р.). Добувна галузь промисловості Рахівського району представлена тільки в с. Ділове, в межах якого розвідані також запаси руд золота.

Беручи до уваги те, що у виробничих цілях промислове водокористування у Рахівському районі майже не відбувається, розглянемо природні чинники забруднення поверхневих вод на території видобутку корисних копалин. Так зокрема дані Закарпатської геологорозвідувальної експедиції свідчать про те, що високі концентрації важких металів (міді, цинку, хрому, свинцю) пов'язані з природними проявами рудної мінералізації та аномальним вмістом важких металів в ґрунтах Рахівського району. Припускаємо, що поблизу с. Ділове, на території розробки мармурового кар'єру та розвіданого золоторудного родовища «Сауляк» під впливом атмосферних опадів у підшві відвалів формуються води, насичені сульфіди важких металів міді, цинку, свинцю, які вимиваються у поверхневі та підземні води. Тож, для попередження забруднення річкових вод Тиси та підземних вод важкими металами з території видобутку, потрібно розробити та реалізувати проект дренажних систем лінійного типу для організованого відведення дощових вод та запобігання їх проникнення у ґрунтові горизонти.

Враховуючи наявність більше 150 туристично-рекреаційних об'єктів, велике значення для оцінки якості вод Тиси в межах Рахівського району має стан рекреаційної сфери. Рекреаційне навантаження на гідроекологічні стани річок досліджуваної території зумовлене наявністю, в першу чергу, рекреаційних ресурсів і транспортної інфраструктури. Найбільше

навантаження туристично–рекреаційних об’єктів зафіксовано в басейні р. Чорна Тиса, де таких нараховується 128 (станом на 2017 р.), з них 35 – у суббасейні р. Лазещина. Найбільшу загрозу несе несистемна забудова об’єктів рекреації та туризму (курорт «Драгобрат», притулок «Козьмешик» та ін.) з відсутніми централізованими каналізаційними мережами, очисними спорудами та септиками.

Значним є також нереалізований на даний момент туристично-рекреаційний потенціал у верхів’ї р. Шопурка (пол. Апецька, пол. Опреша та ін.), р. Косівська (г. Близниця, г. Стіг, о. Догяска та ін.), р. Чорна Тиса (ТРК «Свидовець»). У межах водозбору р. Біла Тиса розташовані лише 5 туристично-рекреаційних об’єктів (сільські садиби, міні-готелі), які не здатні забезпечити значні туристичні потоки на Чорногірський та Мармароський гірські масиви.

Найперше, що необхідно для оптимізації рекреаційного навантаження на басейн Тиси в межах Рахівського району – це проект науково-обґрунтованого розподілу по території рекреаційних потоків, які зможуть забезпечити потреби рекреантів і туристів, водночас зменшити навантаження на водозбірні території р. Лазещина та р. Чорна Тиса. Необхідно розширити туристично-рекреаційну інфраструктуру, зокрема у басейні р. Біла Тиса, р. Косівська та р. Шопурка для збалансованого розвитку рекреаційної сфери району та зменшення впливу на якість вод та якість рекреаційних об’єктів, що водночас сприятиме охороні довкілля. Для цього варто відштовхуватись від принципу збереження екологічної рівноваги, коли задоволення потреб рекреантів можна досягнути при збереженні максимально наближених до природних станів екосистем. Важливими та вкрай необхідними заходами оптимізації рекреаційного природокористування є:

- гідроекологічний моніторинг;
- моніторинг екологічних наслідків туризму;
- дотримання стандартів у сфері туристичних послуг;
- використання ресурсозберігаючих технологій у туристичній діяльності;
- екологічна паспортизація туристичних територій та об’єктів;

- популяризація та підвищення рівня екологічної освіти;
- зменшення рівня неорганізованого «дикого» туризму;
- залучення еколого-орієнтованих інвестицій.

Екологічно-небезпечною в межах Рахівського району є ситуація з утилізацією та зберіганням твердих побутових відходів і сміттям на полігонах та сміттєзвалищах, які розташовані безпосередньо на берегах річок. А це, за умов відсутності відмежування від самої річки становить пряму загрозу екологічного забруднення вод. В умовах гірського рельєфу та малоземелля невирішеною є проблема забезпечення полігонами та сміттєзвалищами 9-ти сільських рад Рахівського району та забезпечення збором і утилізацією ТПВ жителів с. Середнє Водяне. Згідно наших досліджень найбільші середні об'єми продукування твердих побутових відходів, що припадають на одного жителя міста чи селища сильно відрізняються від відповідних показників для сільського населення, що обумовлено рівнем життя та рівнем забезпечення по збору та утилізації ТПВ.

Вирішенню проблем збору та утилізації ТПВ та сміття сприятимуть наступні заходи:

- відмежування від р. Тиса сміттєзвалища в м. Рахів;
- ліквідація несанкціонованих сміттєзвалищ, зокрема розташованих на берегах р. Лазещина, р. Біла Тиса, р. Косівська;
- розширення мережі збору та утилізації ТПВ у всіх населених пунктах Рахівського району;
- організація збору та утилізації ТПВ у с. Середнє Водяне;
- розширення наявних та, за потреби, створення нових санкціонованих полігонів та сміттєзвалищ за межами населених пунктів;
- створення мережі пунктів роздільного збору сміття;
- забезпечення сільських населених пунктів контейнерами для сортування мусору;
- організація пунктів роздільного збору та вивезення сміття;
- збільшення кількості населення, забезпеченого збором та утилізацією ТПВ;

- інформування населення щодо поводження з ТПВ (екологічна обізнаність, свідомість);
- економічна мотивація населення шляхом накладання штрафів та адмінпротоколів за порушення правил та норм поводження з ТПВ.

Всі заходи оптимізації природокористування в межах Рахівського району необхідно проводити за басейновим принципом на місцевому (адміністративні ради, ОТГ), районному або міжрайонному (Тячівське МУВГ) рівнях. Важливим є також впровадження та широке використання принципів басейнової політики країн ЄС: принцип участі громадськості; інтеграційний (екосистемний) принцип; принцип локалізації; принцип делегування повноважень та ін [356].

Для забезпечення високих показників інформативності, оперативності, об'єктивності та якості екологічного управління варто здійснити перехід від «Систем управління базами даних» до «Систем прийняття рішень» [100], а також використання новітніх ГІС-технологій як інформаційної основи для прийняття оптимальних управлінських рішень у сфері природокористування загалом та водокористування в межах окремих басейнів зокрема.

З точки зору оптимізації природокористування важливим є також етап перевірки рівня досягнення цілей за допомогою екологічних характеристик:

- перевищення нормативів ГДК (різке перевищення, стабільне, сезонне);
- екологічно небезпечні аварії (аварійні скиди, несанкціоновані скиди стічних вод, неправильне зберігання та утилізація відходів);
- кількість забруднюючих речовин (азотовмісні сполуки, важкі метали, специфічні речовини токсичної дії).

Висновки до розділу 5

Мережа гідроекологічного моніторингу якості вод р. Тиса в межах Рахівського району представлена суб'єктами обласної системи: Басейновим управлінням водних ресурсів річки Тиса, Державною екологічною інспекцією у Закарпатській області та Закарпатським обласним центром з гідрометеорології.

Автоматизована інформаційно–аналітична система моніторингу якості вод у межах Рахівського району станом на 2018 рік нараховує 6 пунктів моніторингу. На нашу думку цієї кількості недостатньо для оцінки гідроекологічних станів Тиси та її основних приток у межах досліджуваної частини басейну. Вважаємо за необхідне розширення мережі пунктів моніторингу якості вод, зокрема за рахунок встановлення нових на ділянках р. Чорна Тиса, р. Лазещина, р. Біла Тиса, р. Косівська, р. Шопурка.

До розгляду господарських проблем на території Рахівського району застосовано поресурсний підхід, який дає можливість більш детально розглянути основні аспекти антропогенного впливу на гідроекологічні стани вод Тиси та її допливів. Виділено ряд проблем у землекористуванні, лісокористуванні, надрокористуванні, водокористуванні та туристично-рекреаційній сфері Рахівського району, які становлять пряму та потенційну загрози погіршення якості вод досліджуваних річок.

Для кожного виду природокористування запропоновано ряд шляхів оптимізації та раціонального використання природних ресурсів, що дозволить у найближчому майбутньому досягнути показників доброго екологічного стану вод Тиси та її допливів. Вважаємо, що запропоновані нами заходи оптимізації природокористування варто впроваджувати за басейновим підходом на всіх рівнях: місцевий (сільські, селищні, міські ради; в майбутньому ОТГ) – районному – міжрайонному (Тячівське міжрайонне управління водного господарства) з використанням досвіду та принципів басейнової політики країн ЄС.

Результати досліджень опубліковані автором у працях [164, 170, 371].

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного конструктивно-географічного дослідження гідроекологічних станів басейну Тиси в межах Рахівського району можна сформулювати наступні науково-практичні висновки:

1. Басейн річки Тиса в межах Рахівського району досліджено у працях Гребеня В. В., Кирилюка М. І., Кочубей С. Г., Лисенко К. А., Онищука В. В., Ободовського О. Г., Ободовського Ю. О., Паламарчука М. М., Швєбса Г. І., Перехрест С. М., Ярошевича О. Є., Хільчевського В. К., Гопченка Є. Д., Катинської І. В., Афанасьєва С. О., Микітчака Т. І., Скоблей М. П. та ін. Аналіз наукових публікацій та наукових вишукувань з обраної проблематики дає підставити розглядати гідроекологічні дослідження якості річкових вод як елемент конструктивно-географічного аналізу річково-басейнових систем. Водночас, гідроекологічна оцінка якості вод річково-басейнової системи може виступати самостійним конструктивно-географічним дослідженням. Таке дослідження дозволяє здійснити ретроспективний аналіз, оцінку сучасного стану, сезонної та багаторічної динаміки гідроекологічних станів, а також їх прогноз з урахуванням природних та антропогенних чинників впливу. Гідроекологічні стани річкових вод розглядаємо, як співвідношення гідрологічних, гідрохімічних і фізичних параметрів режиму та якості вод у межах окремого створу, пункту чи ділянки річки за певний період (сезон, рік, багаторічний період).

2. Ефективним методичним прийомом визначення гідроекологічних станів Тиси та її допливів є аналіз багаторічних та сезонних гідролого-гідрохімічних параметрів якості поверхневих вод у межах досліджуваної частини басейну річки та розрахунок відповідних індексів з використання методик гідрохімічного індексу забрудненості вод (ІЗВ), інтегрального екологічного індексу (І_Е) та класифікації екологічних станів згідно вимог Міжнародної комісії із захисту річки Дунай.

Для визначення гідроекологічних станів Тиси в межах досліджуваної частини басейну обрано пункти гідрохімічного моніторингу БУВР р. Тиса та Закарпатської ДЕІ. Для більш детального аналізу умов формування та зміни

гідроекологічних станів р. Тиса та її допливів обрано додаткові модельні ділянки: р. Чорна Тиса (1 – вище с. Чорна Тиса; 2 – смт Ясіня; 3 – с. Кваси; 4 – с. Білин, гирло), р. Лазещина (сmt Ясіня, гирло), р. Біла Тиса (с. Розтоки, гирло), р. Косівська (с. Луг, гирло), р. Шопурка (нижче смт Кобилецька Поляна), у межах яких впродовж 2016–2018 рр. було відібрано 35 проб води. З метою визначення режимних ознак перебігу гідроекологічних станів допливів Тиси проби відбирались посезонно (весна, літо, осінь, зима). Аналіз відібраних проб води здійснено у Лабораторії моніторингу вод Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса.

3. Згідно геоструктурних умов та гідрогеологічних особливостей басейн р. Тиса розташований у межах Закарпатської водоносної системи, якій відповідає Закарпатський внутрішній прогин та Карпатської водоносної системи, що приурочена до гірської системи Карпат. Гідрологічні умови досліджуваних водотоків відповідають гірському типу, який характеризується високим падінням та швидкістю вод. Зимові межень малостійка через часті відлиги та дощі, весняне водопілля може проходити у декілька етапів, літньо-осіння межень часто чергується з інтенсивними паводками. При цьому амплітуда коливань рівнів на постах Рахівського району змінюється від 3,1 м до 6,8 м. Середній багаторічний розподіл стоку наносів має сезонний характер: на весняний період припадає 36,79 % об'єму стоку наносів; 36,15 % – на період літніх паводків; 14,59 % – на зимовий період та 12,47 % – на осінній. У межах Рахівського району визначальну роль у формуванні клімату має орографія, позаяк ізотерми часто повторюють хід ізогіпс. Річний хід температури повітря Рахівського району помірно-континентальний, а середньорічні температури повітря коливаються в діапазоні від 4° С на рівнинній частині району і до 0,6°С у верхів'ї. Різниця у зволоженні низинної та високогірної частин території Рахівського району може складати 48 % (середньобагаторічна сума опадів за даними сніголавинної станції «Пожижевська» 1567 мм, метеостанції м. Рахів – 1234 мм, а на АГС смт Великий Бичків – 833 мм).

Господарський тип освоєння басейну р. Тиса змінювався від підсічно-вогневого землеробства та перегінного скотарства до розвитку лісової, деревообробної, легкої, харчової промисловості, промисловості будівельних матеріалів, активного сільськогосподарського використання земель району та туристично-рекреаційної діяльності. Сьогодні господарська діяльність у басейні Тиси впливає на гідроекологічні стани поверхневих вод основним чином внаслідок скидання в них комунальних і господарсько-побутових стічних вод різних категорій, а також стічних вод з туристично-рекреаційних об'єктів, зокрема у басейні Чорної Тиси та фермерських господарств. Негативно впливає на гідроекологічні стани басейну Тиси і збільшення площ ріллі вниз за течією, яка в умовах гірського рельєфу Рахівщини часто розташована в межах заплави. Застаріле обладнання очисних систем м. Рахів та смт Кобилецька Поляна, а також відсутність централізованого водовідведення у більшості населених пунктів спричиняє забруднення річкових вод. Так у середньому 80 % використаної води скидається у поверхневі води, а механічну та біологічну очистку проходять не більше 10 % стічних вод. У лісокористуванні краю поширена суцільна система рубок, а основу промислового виробництва району складають малі й середні підприємства лісової та деревообробної галузей. Впливають на якість річкових вод також облаштовані на берегах річок стихійні сміттєзвалища, зокрема у м. Рахів і на берегах Лазещини, Чорної Тиси, Білої Тиси, Косівської та Шопурки.

4. Аналіз фондів матеріалів БУВР р. Тиса, Закарпатської ДЕІ, результати наукових вишукувань українських гідрологів і гідроекологів, які доповнено результатами відібраних впродовж 2016–2018 рр. проб вод дозволяє визначити вплив геологічної будови басейну, водності, кількості атмосферних опадів, різних видів антропогенного навантаження на концентрацію головних іонів, сезонну мінливість вмісту біогенних речовин та специфічних речовин токсичної дії, а також стабільно високий вміст мікроелементів міді (Cu), цинку (Zn), заліза ($Fe_{\text{заг.}}$), хрому ($Cr_{\text{заг.}}$) та марганцю (Mn). Вивчено зміни гідрохімічних показників якості вод вниз за течією

Чорної Тиси, Тиси та Шопурки під впливом господарської діяльності, зокрема туристично-рекреаційної сфери, сільського господарства, промисловості та водокористування.

Згідно показників мінерального складу річкові води басейну Тиси в межах Рахівського району відносять до помірно-прісних гідрокарбонатного класу кальцієвої групи. За показником рН води р. Тиса та її приток у межах досліджуваної території відносимо до категорії слаболужних. Показники кисневого режиму свідчать про сприятливі умови для гідробіонтів, за винятком р. Лазещина, у водах якої зафіксовано вміст розчиненого кисню (O_2) нижче $ГДК_{рибгосп.}$. Попри це, відзначимо систематичні підвищені значення біохімічного споживання кисню ($БСК_5$) та часте перевищення $ГДК_{рибгосп.}$, а також збільшення показника хімічного споживання кисню ($ХСК$) нижче місця скидання комунальних стічних вод м. Рахів. Вміст біогенних речовин (нітратів NO_3^- , нітритів NO_2^- , амонію NH_4^+ та фосфатів PO_4^{3-}) у водах р. Тиса та її притоках у більшості випадків не перевищує $ГДК_{рибгосп.}$. Сезонна мінливість та незначні перевищення $ГДК_{рибгосп.}$ за вмістом нітритів та амонію зумовлені стоком азотовмісних речовин з сільгоспугідь, фермерських господарств, особливо у весняний період та під час проходження паводків.

За результатами аналізу якості вод виявлено такі перевищення $ГДК$:

- вміст розчиненого кисню (O_2) у водах р. Лазещина нижчий, ніж показник $ГДК_{рибгосп.}$;
- перевищення $ГДК_{рибгосп.}$ за середньорічними значеннями показника $БСК_5$ впродовж 1995–2002 рр. у пункті р. Тиса (смт Великий Бичків);
- у водах Тиси та її допливах середньорічні показники вмісту міді (Cu) перевищують $ГДК_{рибгосп.}$ у 2–5 разів, цинку (Zn) – до 2 разів;
- вміст заліза ($Fe_{заг.}$) у 99,6 % відібраних проб перевищує $ГДК_{рибгосп.}$;
- вміст марганцю (Mn) у водах басейну Тиси у 93 % відібраних проб перевищує $ГДК_{рибгосп.}$;
- за вмістом АПАР у пункті р. Тиса (смт Великий Бичків) з 1994 р. по 2003 р., зафіксовано перевищення $ГДК_{рибгосп.}$ до 3-ох разів;

– впродовж 1997–2003 рр. спостерігаємо перевищення $\text{ГДК}_{\text{рибгосп.}}$ за вмістом фенолів у водах р. Тиса у 2–6 разів.

5. Згідно даних моніторингу Басейнового управління водних ресурсів р. Тиса впродовж 2007–2018 рр. ІЗВ змінювався від 0,19 до 0,87 у пунктах р. Чорна Тиса (с. Білин), р. Біла Тиса (с. Розтоки), р. Тиса (м. Рахів), р. Тиса (м. Рахів, нижче КОС) та 0,28–0,93 у пункті р. Тиса (сmt Великий Бичків) за період 1994–2018 рр. і відповідають I-ому (дуже чиста вода) та II-ому (чиста вода) класам якості вод.

Аналіз фондових матеріалів, доповнений даними власних спостережень впродовж 2016–2018 рр. дає підстави стверджувати про стабільний характер зростання значень ІЗВ вниз за течією р. Чорна Тиса, р. Тиса та р. Шопурка та сезонну мінливість, зумовлену збільшенням впливу нітритів (NO_2), БСК_5 та ХСК та зменшенням вмісту розчиненого кисню (O_2) впродовж літньо-осіннього періоду.

Впродовж 2007–2018 рр. зміни гідроекологічних станів Тиси та її допливів за показниками інтегрального екологічного індексу (I_E) відбуваються у діапазоні 1,6–2,4, що відповідає I-му (відмінний стан) та II-му (добрий стан) класам якості вод. За даними транскордонних пунктів р. Тиса (с. Ділове) за 2001–2014 рр. та р. Тиса (сmt Великий Бичків) за 1994–2018 рр. гідроекологічні стани р. Тиса за значеннями інтегрального екологічного індексу (I_E) змінюються від 2 до 2,6, що відповідає II-му (добрий стан) класу якості вод. Результати аналізу відібраних нами проб вод у 2017–2018 рр. показують добрі гідроекологічні стани вод усіх досліджуваних приток Тиси: р. Чорна Тиса, р. Біла Тиса, р. Косівська та р. Шопурка, а також притоки Чорної Тиси – р. Лазещина.

Класифікація якості вод за вимогами МКЗРД впродовж 2008–2018 рр. дозволяє віднести води Тиси до 3-го класу якості вод (умовно чиста вода), що відповідає задовільному екологічному стану. Класифікація проведена за найгіршими значеннями вмісту міді (Cu) та цинку (Zn) у річкових водах.

Гідрологічний режим річки Тиса та її приток у межах Рахівського району має тісний зв'язок з гідрохімічними параметрами якості вод. Зокрема,

виявлено зв'язок гідрологічного режиму річок досліджуваної частини басейну Тиси з сезонною мінливістю водневого показника (рН), вмісту розчиненого кисню (O_2), концентрації головних іонів та сухого залишку. З проявами рудної мінералізації пов'язані високі концентрації міді (Cu), цинку (Zn), свинцю (Pb) та інших важких металів у річкових водах Тиси та її допливів. Встановлено, що зміна режиму живлення, а також вилуговування залізо-марганцевих руд і мінералів зумовлює стабільно високі концентрації заліза загального ($Fe_{\text{заг.}}$) та марганцю (Mn) у водах Тиси та її допливів. Тісний зв'язок з водністю річок мають показники вмісту біогенних речовин. Варто також зауважити на збільшення поверхневого стоку під час зливових дощів, що супроводжується зростанням вмісту завислих наносів і зумовлює потрапляння з водозбірних територій у річкові води фенолів, нафтопродуктів, мікроелементів тощо.

Серед основних причин змін гідроекологічних станів у розрізі 25-річного періоду дослідження назвемо такі: відсутність повного покриття населених пунктів централізованим водовідведенням; скиди стічних вод КОС м. Рахів та ВЖКП смт Кобилецька Поляна; стічні води туристично-рекреаційних об'єктів та санаторіїв у басейні р. Чорна Тиса; сміттєзвалище у м. Рахів на березі р. Тиса; розораність заплав майже всіх досліджуваних водотоків; стічні води промислових, фермерських і рибогосподарських об'єктів; сповільнення течії р. Лазещина внаслідок регулювання русла гідротехнічними спорудами тощо.

Зміни гідроекологічних станів річкових вод басейну Тиси в межах Рахівського району призводять до низки негативних наслідків, серед основних виділимо: погіршення екологічної ситуації та зниження якості поверхневих вод у межах Рахівського району впродовж 1995–2006 рр.; застій вод та катастрофічне зменшення вмісту розчинено кисню у водах р. Лазещина в межах смт Ясіня впродовж меженного періоду ($5,7 \text{ мг/дм}^3$ влітку та $5,9 \text{ мг/дм}^3$ – взимку) і, як наслідок, їх непридатність для рекреації, питних та технічних потреб, а також погіршення умов проживання водних тварин тощо.

6. Розширення мережі гідроекологічного моніторингу якості вод в межах досліджуваної частини басейну Тиси дозволить виявляти причини змін гідроекологічних станів, режимні ознаки та їх сезонну мінливість. Збільшення кількості пунктів гідроекологічного моніторингу вод річок Чорна Тиса та Шопурка, встановлення пунктів у гирлах Лазещини, Білої Тиси та Косівської дозволить у повній мірі реалізувати принципи басейнової політики країн ЄС та вимоги Водної Рамкової Директиви.

Запропоновані шляхи оптимізації природокористування дозволять досягнути доброго екологічного стану поверхневих вод басейну Тиси. Серед основних виділимо: збільшення площ протиерозійних лісосмуг уздовж заплавно-руслових комплексів річок Шопурка, Косівська, Біла Тиса, Чорна Тиса та Лазещина; відведення та очистка стічних вод фермерських господарств; збільшення потужностей очисних споруд КП «Рахівтепло» та ВЖКП смт Кобилецька Поляна; спорудження каналізаційних мереж та очисних споруд (септиків) на території туристично-рекреаційних об'єктів «Драгобрат», «Високі Карпати», «Едельвейс», «Козьмешик»; розробка та реалізація програм будівництва систем централізованого водопостачання та водовідведення у всіх населених пунктах району; відмежування від р. Тиса сміттєзвалища у м. Рахів та ліквідація несанкціонованих сміттєзвалищ на берегах р. Лазещина, р. Біла Тиса, р. Косівська, р. Шопурка; запровадження системи вибіркової вирубки лісу, жорсткий контроль за лісокористуванням; збільшення площі територій ПЗФ; укладання міжнародних угод про використання та охорону спільних водних ресурсів на прикордонних територіях України та Румунії; розвиток екомережі Рахівського району.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агій В. О., Копій С. Л., Фізик І. В., Копій Л. І. Вплив лісогосподарських заходів на перерозподіл органічної речовини та хімічних елементів ґрунту в дубових лісах Закарпаття. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26 (5). С. 15–22.
2. Алекин, О. А. Основы гидрохимии. Л. : Гидрометеорол. изд-во, 1970. 443 с.
3. Аналіз стану басейну Тиси / за ред. О. Є. Ярошевича. К. : Видавництво СП «Технодрук», 2008. 82 с.
4. Андрейчук Ю. М. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посіб. Львів : «Простір–М», 2015. 284 с.
5. Андрианов М. С. Вертикальная термическая зональность Советских Карпат. *Научн. зап. ЛГУ им. Ивана Франко*. Географ. Сборник, 1957. Вип. 4. С. 189–190.
6. Андриенко Т. Л., Блюм О. Б., Вассер С. П. и др. Природа Украинской ССР: Растительный мир. К. : Наук. Думка, 1985. 208 с.
7. Андрианов М. С. Клімат. *Природа Українських Карпат*. Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1968. С. 87–101.
8. Антошик О. Збереження озер та приозерних територій високогір'я Свидовецького масиву Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. Львів : Львів. нац. ун-т ім. І. Франка, 2014. Вип. 45. С. 267–275.
9. Анучин В. А. География советского Закарпатья. Москва : ГИГЛ, 1956. 297 с.
10. Архипова Л. М. До питання про конструктивну гідроекологію. *Науковий вісник національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць*. Львів : НЛТУУ, 2008, вип.18.1 С. 57–61.
11. Архипова Л. М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: Монографія. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2011. 355 с.
12. Архіпова Г. І., Ярова С. М. Вплив повеней на заповідні території Карпатського біосферного заповідника. *Вісн. Нац. авіац. ун-ту*. 2009. № 3. С. 220–222.

13. Атлас історії української державності. В. Грицеляк, І. Дикий, І. Ровенчак. Львів : НВФ «Карти і атласи», 2013. 128 с.
14. Афанасьєв С. О. Структура біотичних угруповань та оцінка екологічного статусу річок басейну Тиси. К. : Інтертехнодрук, 2006. 101 с.
15. Афанасьєв С. О. Оцінка екологічного стану річок басейну Тиси з застосуванням методології Рамкової Водної Директиви. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2006. Т. 11. С. 45–53.
16. База даних якості води в басейні річки Дунай. URL: <http://www.icpdr.org/wq-db/>
17. Балагурі Е. А. Археологічні пам'ятки Закарпаття : конспект лекцій. *МВ і ССО УРСР*, Ужгород. держ. ун-т. Ужгород : [б. в.], 1971. 42 с.
18. Басейнове управління водних ресурсів річки Тиса : URL: <https://buvrtysa.gov.ua/newsite/>
19. Безручко Л. С. Еколого-географічне обґрунтування рекреаційного природокористування на території Шацького національного природного парку: автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Л., 2010. 20 с.
20. Бестужева А. С. Гидроэкология : курс лекций в 2 ч. М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва : НИУ МГСУ, 2015/ Ч. 1 : Общая гидроэкология. 2015. 88 с.
21. Белоусова Н. В. Еколого-географічний аналіз промислових регіонів України (на прикладі Луганської області): Автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. К., 2006. 20 с.
22. Бирос Е. Полонинський живот в Ясіню. *Наш родной край*. Тячево, 1927. №10.
23. Біланюк П. Розміщення населення Закарпаття підля височин. *Науковий збірник географічної секції при українській студентській громаді в Кракові*. Краків, 1930. С. 44–54.
24. Бобровський А. Л. Екологічна оцінка та екологічна експертиза : підруч. для студентів ВНЗ. Рівнен. держ. гуманітар. ун-т, Рівнен. ін-т слов'янознавства Київ. славіст. ун-ту. Рівне : О. Зень, 2015. 525 с.

25. Богатова Ю. І. Закономірності формування стоку біогенних речовин річки Дунай (українська частина) і його роль в евтрофуванні північно-західної частини Чорного моря: Автореф. дис... к. геогр. наук: 11.00.11. О., 2005. 20 с.
26. Богорад Д. И. Конструктивная география района. Основы район. Планировки. М. : Мысль, 1965. 407 с.
27. Бойко Н., Балажі Ш., Коваль Г. та ін. Забруднювачі та їх впливи на екологічно вразливі екосистеми Верхнього Потисся. Ужгород – Ніредьгаза, 2008. 380 с.
28. Бондарчук В. Г. Геологічна будова Української РСР. К. : Рад. шк., 1963. 375 с.
29. Бондарчук В. Г. Геоморфологія УРСР. К. : Рад. шк., 1949. 240 с.
30. Боярин М. В. Конструктивно-географічні засади оптимізації природокористування в басейні ріки Західний Буг у межах Волинської області: автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Сімферополь, 2011. 20 с.
31. Боярин М. В., Нетробчук І. М. Основи гідроекології: теорія й практика : навч. посіб. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 365 с.
32. Брадїс Є. М. Болота гірської частини Закарпатської області. *Ботан. журн.*, 1951, т. 8, № 1. С. 33–46.
33. Брадїс Є. М., Бачурина Г. Ф. Рослинність УРСР. Болота. Київ : Наукова думка, 1969. 216 с.
34. Бромлей Ю. В. *Этнос и этнография*. Научная монография. М. : Наука, 1973. 285 с.
35. Бучинський І. О., Волехава М. М., Коржов В. О. Клімат Українських Карпат. К. : Наук. думка, 1971. 172 с.
36. Вагилевич И. Д. Гуцулы, обыватели восточной отрясли карпатських гор. *Пантеон*. СПб., 1855. Т. 21. Кн. 5. Отд. 3.
37. Варивода Є. О. Конструктивно-географічні основи управління природно-заповідним фондом в межах адміністративних районів: автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Х., 2009. 20 с.

38. Васюта І. К. Соціально-економічні відносини Західної України до возз'єднання (1918–1939). Львів : Вища школа, 1978. 192 с.
39. Вахрушев І. Б. Геоекологічний аналіз вапнякових масивів Південнобережного Криму (для цілей сейсмоекології і охорони навколишнього середовища): Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Сімферополь, 2006. 19 с.
40. Верес К. О. Моделювання стану малих басейнових геосистем урбанізованих ландшафтів (на прикладі Києва): автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. К., 2007. 20 с.
41. Вернандер Н. Б., Тютюнник Д. А. Природа Украинской ССР. Почвы. *Киев: Наукова думка*. 1986. С. 321–328.
42. Високогірна рослинність / відп.ред. К. А. Малиновський, Я. П. Дідух. Київ. ун–т ім. Тараса Шевченка, Ін–т ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, Укр. фітосоціол. центр. К. : Фітосоціоцентр, 2000. 230 с.
43. Вишневський В. І., Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. К. : Ніка–Центр, 2003. 324 с.
44. Вишневський В.І. Антропогенний вплив на річки України: Автореф. дис... д–ра геогр. наук: 11.00.11. Л., 2003. 35 с.
45. Вітко, Л. Я. Геоекологічна оцінка компонентів довкілля Подільського Придністров'я : автореф. дис ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Львів : [б.в.], 2010. 20 с.
46. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЕС. Основні терміни та їх визначення. К. : 2006. 244 с.
47. Водний фонд Закарпатської області : (поверхневі води). Держводгосп України, Закарпат. облводгосп. Ужгород : ІВА, 2007. 36 с.
48. Волощук М. «Русь» в Угорському королівстві (XI – друга половина XIV ст.): суспільно–політична роль, майнові стосунки, міграції. Івано-Франківськ : Лілея-НВ, 2014. 496 с.
49. Ворон А. Заняття гуцулів. Подкарпатська Русь. *Рочник VIII*. Число 9–10. Ужгород, 1931. С. 212–218.

50. Габріель Ф. Господарське положення Підкарпатської Руси на початку XVIII століття. *Науковий збірник Товариства «Просвіта» в Ужгороді*. 1933. Річник Х. С. 9.
51. Габчак Н. Ф. Антропогенна трансформація та екологічний стан річкових систем Закарпаття. *Наука і освіта – 2003: Матеріали VI наук.-практ. конф.*, 20–24 січня 2003. Дніпропетровськ. 2003. С. 9–11.
52. Габчак Н. Ф. Еколого–геоморфологічний аналіз Закарпатської області : Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.04. Л., 2005. 20 с.
53. Габчак Н. Ф. Еколого-геоморфологічні та гідроекологічні проблеми річкових систем Закарпаття. *Вісник Львівського нац. ун-ту ім. І. Франка. Серія географічна*. Вип.30. 2004. С.40–46.
54. Габчак Н. Ф. Система заходів, спрямованих на оптимізацію еколого-геоморфологічного стану у басейнових системах Закарпаття. *Наукові записки Тернопільського національного університету. Серія. Географія*. Тернопіль. №2. 2006. С.207–211.
55. Гамкало М. З. Кислотно-основна буферність ґрунтів Чорногірського масиву Українських Карпат : дис. канд. геогр. наук: 11.00.05. Львів, 2002. 198 с.
56. Гамор Ф.Д. Антропогенні фактори і стихійні явища у Карпатах. *Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви)*. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. 21–24 вересня 1999 р., Україна. Рахів. 1999. С. 70–75.
57. Гамор Ф.Д. До концепції сталого розвитку гірських територій України. *Гори і люди (у контексті сталого розвитку)*. Матеріали міжнар. конф., 14–18 жовтня 2002 р. Рахів. Рахів, 2002. Т. 1. С. 26–29.
58. Гамор Ф.Д. Проблеми забруднення побутовими відходами верхів'я басейну річки Тиси та шляхи їх розв'язання. *Екологічні, соціально-економічні та історико-культурні аспекти розвитку прикордонних територій Марамороцини*. Матеріали Міжнародної науково практичної конференції (Україна, м. Рахів, 2–4 вересня 2016 року). Хмельницький: ФОП Петришин, 2016. С 70–75.

59. Гамор Ф. Д., Довганич Я. О., Покинйчереда В. Ф. Екологічна ситуація у басейні Верхньої Тиси на ділянці українсько-румунського кордону та шляхи її стабілізації. Ужгород, 2010. 72 с.
60. Географія Закарпатської області : навч. посіб. для учнів 8–9 кл. / Заставецька О. В., Заставецький Б. І. та ін. Т. : Підручники & посібники, 1996. 96 с.
61. Герасимов И. П. Конструктивная география : Избр. тр. [Рос. акад. наук, Ин-т географии]. Москва : Наука, 1996. 144 с.
62. Герасимов И. П. Советская конструктивная география. М : Наука, 1976. 208 с.
63. Герасимов И. П. Конструктивная география как наука о целенаправленном преобразовании и управлении природной средой. *Изв. АН СССР. Сер. геогр.* 1972. № 3. С. 7–11
64. Герасимов И. П. Конструктивная география: цели, методы, результаты. «*Изв. ВГО*», т. 98, вып. 5. 1966. С. 389-403
65. Герасимов И. П. Научная методология советской конструктивной географии. *Изв. АН СССР. Сер. геогр.* 1981. № 3. С. 15–26.
66. Герасимов И. П., Преображенский В.С. Основы конструктивной географии Москва : Просвещение, 1986. 287 с.
67. Геренчук. К. И. Основные проблемы физической географии. К: «Вища школа», 1969. 132 с.
68. Гідрометеорологічні умови басейн Чорної Тиси та їх вивчення / О. Г. Ободовський, С. І. Сніжко, В. В. Гребінь [та ін.]. К. : Обрії, 2005. 172 с.
69. Гнилко, О. М. Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Стаття 2. Флішові Карпати – давня акреційна призма. *Геодинаміка*. 12 (1). 2012. С. 67–78.
70. Годованець Б. Й. Орнітофауна Карпатського біосферного заповідника. *Природа Карпат. Науковий щорічник Карпатського біосферного заповідника та Інституту екології Карпат*. 2016. № 1. С. 55–66.
71. Голобуцький В. О. Економічна історія Української РСР. К., 1970. 300 с.

72. Головне управління статистики у Закарпатській області. URL: <http://www.uz.ukrstat.gov.ua/>
73. Голубець М. А. Середовищезнавство, його пізнавальна та прикладна сутність. *Український географічний журнал*. 2008. № 1. С. 19–23.
74. Гопченко Є. Д., Катинська І. В. Мінералізація води р. Тиса на ділянці м. Рахів– м. Чоп. *Вісник Одеського держ. Екологічного ун–ту*. 2012. Вип. 13. С. 158–164.
75. Горев Л. Н., Коваленко П. И., Лаврик В. И. Гидроэкологические модели. К. : Аграрна наука. Книга 1., 1999, 439 с.
76. Горєв Л. І., Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Гідрохімія України: Підручник. К. : Вища школа, 1995. 307 с.
77. Гофштейн И. Д. Морфоструктура Черногоры (Украинские Карпаты). *Геология и геохимия горючих ископаемых*. 1984. Вып. 62. С. 82–88.
78. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм: [№ 12–04–11 чинний від 09–08–1990]. К. : Міністерство рибного господарства СРСР, 1990. 45 с.
79. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтної екології: Підручник. К. : Либідь, 1993. 224 с.
80. Грушевський, Михайло Сергійович. Ілюстрована історія України. Репр. відтворення вид. 1913 р. Київ : [б.в.], 1990. 524 с.
81. Ґрунти Закарпатської області. Ужгород : Вид-во «Карпати», 1969. 72 с.
82. Данильченко О. С. Річка як індикатор ландшафтно-екологічної ситуації (на прикладі р. Сумки). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2011. Т. 4. С. 179–188.
83. Данилюк М. М. Кліматичні умови області. В кн. «Природні багатства Закарпаття». Ужгород: «Карпати», 1987. 284 с.
84. Данилюк, Дмитро Дмитрович. Історія Закарпаття : навч. посіб. Ужгород : Вид–во В. Падяка, 2013. 304 с.

85. Дедю И. И. *Экологический энциклопедический словарь*. Кишинев : Гл. ред. Молд. совет. энцикл., 1989. 406 с.
86. Демьохін Г. А. Моніторинг вод у системі їх охорони від забруднення (в умовах техногенного впливу підприємств нафтопереробної промисловості) 2001 р.: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : 11.00.11. Херсон, 2001. 19 с.
87. Державна геологічна карта 1:200 000 Аркуші М–34–XXXVI, М–35–XXXI, L–34–VI, L–35–I. URL: http://geoinf.kiev.ua/wp/kartograma_rep.php?listn=l35-1.
88. Державна екологічна інспекція у Закарпатській області : веб-сайт URL: <https://zak.dei.gov.ua/>
89. Джаман В. О. Регіональна система розселення: демогеографічні аспекти: монографія. Чернівці : Рута, 2003. 392 с.
90. Директива Ради 78/659/ЕС від 18 червня 1978 року про якість прісних вод, які потребують захисту та поліпшення умов для підтримки сприятливих умов для життя риб. URL: <http://www.cleanwater.org.ua/ru/legislation/eu-directives/>
91. Дністрянський М. С. Етнополітична географія України. Львів : ВЦ ЛНУ імені І. Франка. Літопис, 2006. 490 с.
92. Дністрянський М. С. Роль різноспрямованих колонізаційних рухів у заселенні Українських Карпат упродовж XIII – першої половини XIX ст.: монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 116 с.
93. Доповідь про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області за 2013 рік. URL: http://ecozakarp.at.gov.ua/?page_id=308
94. Дорогунцов С. І., Хвесик М. А. та ін. Екологія. К. : КНЕУ, 2004. 364 с.
95. ДСТУ ISO 5667–6–2001 ; Настанови щодо відбирання проб води з річок та інших водотоків (ISO 5667–6:1990, IDT)
96. ДСТУ ISO 5667–6–2001 Настанови щодо зберігання та поводження з пробами. (ISO 5667–3:1994, IDT)
97. Дубіс Л. Ф. Структурна організація та функціонування річкових систем гірської частини басейну Тиси [Текст] : автореф. дис...канд. географ. наук: 11.00.11. Львів, 1995. 25 с.

98. Дубіс Л. Ф. Методика та основні результати екологічних досліджень річкових басейнів території Закарпатської області. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.* Львів, 1994. Вип.19. С. 70–79.
99. Дутчак С. В. Туристсько–рекреаційні ресурси ландшафтів (на прикладі території Чернівецької області): автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. К., 2008. 20 с.
100. Екологічне управління: Підручник / Шевчук В. Я. , Саталкін Ю. М., Білявський Г. О. та ін. К. : Либідь, 2004. 432 с.
101. Екологічний стан водотоків басейну Верхньої Тиси (українсько-румунська ділянка) / за ред. С. О. Афанасьєва. Ужгород: Інформаційно-видавниче агентство «ІВА», 2010. 36 с.
102. Екологічні основи оптимізації режиму охорони і використання природно-заповідного фонду / за заг. ред. Гамор Ф. Д. Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 25-річчю Карпатського біосферного заповідника, Рахів, 11–15 жовтня 1993 р. Рахів, 1993. 290 с.
103. Емельянова В. П. Опыт предварительной оценки степени загрязнения водных объектов по величине условного коэффициента комплексности. Тезисы сообщений Всесоюз. конференции «Оценка и классификация качества поверхностных вод для водопользования». Харьков, 1979. С. 126–128.
104. Еремеев Д. Е. Роль кочевников в этнической истории. *Народы и расы. Ежегодник.* М., 1982. № 12. С. 19–42.
105. Жовинський Е. Я., Крюченко Н. О., Папарига П. С. Важкі метали в об'єктах довкілля Свидовецького масиву Українських Карпат. *Геохімія та рудоутворення.* 2011. Вип. 30. С. 84–89.
106. Жовинський Е. Я., Папарига П. С. , Крюченко Н. О. Важкі метали у ґрунтах та рослинності Чорногірської ландшафтно-геохімічної зони на прикладі Карпатського біосферного заповідника. *Пошукова та екологічна геохімія.* 2008. № 1(8). С. 13–22.
107. Загальна гідрологія / за ред. В. К. Хільчевського і О. Г. Ободовського: Підручник. К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2-ге вид., доповнене. К. : 2008. 399 с.

108. Загальне геоморфологічне районування території України / В. П. Палієнко, М. Є. Барщевський і ін. *Український географічний журнал: збірник статей*. 2004. № 1. С. 3–11.
109. Закарпатська область. Атлас. Держгеодезія СРСР / голов. ред. О. І. Шаблій, відп. ред. Р. І. Сосса, ред. Л. М. Веклич, ред. С. М. Папенко, ред. Т. В. Погурельська. – 1:750 000 ; та ін. М. : Держгеодезія СРСР, 1991. 33 с.
110. Закарпатське обласне управління лісового та мисливського господарства. URL: <https://zakarpatlis.gov.ua/>
111. Закарпатський науково-дослідний та проектний інститут землеустрою. Звіти по детальному та великомасштабному обслідуванню ґрунтів у колгоспах і радгоспах Закарпатської області (1976–2011 роки) державного підприємства «Закарпатський науково-дослідний та проектний інститут землеустрою. Ужгород: Закарпатський науково-дослідний та проектний інститут землеустрою; 2011.
112. Закарпатський обласний центр з гідрометеорології. URL: <http://gmc.uzhgorod.ua/>
113. Іваненко О. Т., Белов В. В., Гриб О. М. Практична гідроекологія: навчальний посібник. К. : 2009. 190 с.
114. Іваницький О. М. Підвищення екологічної стійкості та збалансованості розвитку водогосподарського комплексу в басейні р. Тиса на території Закарпатської області. *Науковий вісник УжНУ. Серія «Економіка»*, 2001, вип. 9. С. 274–280.
115. Іванов Є. А. Ландшафти гірничопромислових територій: Монографія. Львів: видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 344 с.
116. Ільїн Л. В. Лімносистеми Українського Полісся: регіональні закономірності та особливості оптимізації: автореф. дис... д-ра геогр. наук: 11.00.11. К., 2009. 40 с.
117. Історія міст і сіл Української РСР. Закарпатська область. К. : Головна редакція УРЕ АН УРСР, 1969. 810 с.

118. Канська В. В. Конструктивно-географічний аналіз антропогенних історико-археологічних заповідних об'єктів Поділля. *Наукові записки [Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського]. Серія : Географія*. 2010. Вип. 21. С. 105–111.
119. Карабінюк М. М. Метаморфізм Рахівського кристалічного масиву. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»: Зб. наук. праць. Переяслав-Хмельницький, Вип. 4, 2015. С. 14–16.
120. Карабінюк М. М. Особливості вертикального і горизонтального розчленування рельєфу Рахівського кристалічного масиву. *Проблеми гірського ландшафтознавства*. Вип. 2015. С. 21–28.
121. Караушев А. В. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 286 с.
122. Карпатський біосферний заповідник. URL: <http://cbr.nature.org.ua/ukrainian.htm>
123. Карпець К. М. Забруднення та самоочищення постійних водотоків міста Харків : автореф. дис ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Харків : [б.в.], 2011. 20 с.
124. Карта ґрунтів Закарпатської області масштабу 1 : 200 000. Інститут «Укрземпроект». Київ, 1967. 1 л.
125. Карта ґрунтового покриву України / С. П. Позняк, В. Г. Гаськевич, А. А. Кирильчук та ін. Фондові матеріали кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка, Львів, 2014.
126. Картава О. Ф. Еколого-гідрогеохімічний аналіз урбанізованих територій (на прикладі м. Луцька) [Текст] : дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. Луцьк, 2001. 197 арк.
127. Кернична О. О. Ландшафтний аналіз індустріально-урбанізованих територій (на прикладі міста Дніпропетровська): Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Х., 2002. 19 с.

128. Кирилюк М. І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат: Навч. посіб. Чернів. нац. ун-т ім. Ю.Федьковича. Чернівці : «Рута», 2001. 246 с.
129. Кір'янова К. В. Методика регіонального конструктивно-географічного аналізу водогосподарського комплексу: Автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. К., 2003. 19 с.
130. Клапчук В. Гуцульщина та гуцули: економіка і народні промисли (друга пол. XIX – перша третина XX ст.). Львів; Івано-Франківськ: Фоліант, 2009. 508 с.
131. Кларк Г. Доисторическая Европа. М., 1953. 325 с.
132. Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля: Навч. посіб. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл. Укр. держ. ун-т вод. Госп-ва та природокористування. Рівне, 2004. 232 с.
133. Ковальчук І. П. Регіональний еколого–геоморфологічний аналіз. Львів: Ін-т українознав., 1997. 440 с.
134. Ковальчук І. П., Курганевич Л. П. Гідроекологічний моніторинг: [навч. посібник]. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 292 с.
135. Ковальчук І., Каганов Я., Сливка Р. Прикладна гідроекологія: Навчальний посібник. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2000. 228 с.
136. Козловський В. І. Важкі метали в екосистемах висотного профілю Чорногори (Українські Карпати) [Текст] : дис... канд. біол. наук: 03.00.16. Л., 2002. 148 арк.
137. Койнова І., Рожко І. Сучасний антропогенний вплив на природні комплекси Чорногірського масиву Українських Карпат. *Вісник Львів. Ун-ту, серія геогр.* 2009. Вип. 37. С. 250–259.
138. Коломиец И. Г. Социально–экономические отношения и общественное движение в Закарпатье во второй половине XIX столетия. Т.1–2. Томск, 1961. 404 с.
139. Коноваленко О. С. Аналіз інтенсивності горизонтальних руслових деформацій на гірських річках Закарпаття. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2006. Т. 11. С. 153–158.

140. Константинов А. С. Общая гидробиология. М. : Высш. шк., 1979. 480 с.
141. Коробкова Г. Ф. Хозяйственные комплексы ранних земледельческо-скотоводских сообществ СССР. Л., 1987. 323 с.
142. Корогода Н. П. Методика геоінформаційного математично-картографічного моделювання проектної регіональної екомережі в басейні Росі: Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. К., 2005. 20 с.
143. Котигорошко В. Г. Верхне Потисся в давнину. Ужгород, 2008. 432 с.
144. Котигорошко В. Г. Гончарное производство в Верхнем Потисье III в. до н.э. – IV в. н.э. *Vychodoslovensky pravek IV*. Kosice, 1993. S. 143–156.
145. Котигорошко В. Г. Работы экспедиции Ужгородского университета. *Археологические открытия 1985 года*. М., 1987. С. 350–351.
146. Кравчук Я. С. Геоморфологія Полонинсько-Чорногірських Карпат: Монографія. Львів, Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. 188 с.
147. Кравчук Я. С., Іваник М. Б. Структурно-геоморфологічний аналіз Мармароського кристалічного масиву в Українських Карпатах. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*: збірник наук. праць. Львів: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. С. 175–180.
148. Крайнюков О. М., Тімченко В. Д. Удосконалення комплексної оцінки екологічного стану та якості води водних об'єктів. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Екологія*. 2016. вип. 14. С. 9–14.
149. Краль Ю. Історія колонізації Підкарпатської Русі. *Підкарпатська Русь*, 1924. Т.2. №3.
150. Кричевська Д. А. Методичні вказівки для підготовки до семінарських занять та виконання практичних робіт з дисципліни «Конструктивна географія» для студентів напряму підготовки 6.040104 «Географія». Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 55 с.
151. Кричевська Д. А. Ландшафтно-екологічні засади територіально-функціональної організації гірських біосферних резерватів (на прикладі

української частини міжнародного біосферного резервата «Східні Карпати»): Автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. Л., 2007. 20 с.

152. Кріль С., Бубняк І., Віхоть Ю., Ціхонь С. Особливості полів палеонапружень і тектонічної тріщинуватості у долині ріки Чорна Тиса (Поркулецький, Дуклянський Покриви). *Вісник Львівського університету. Серія : Геологічна*. 2013. Вип. 27. С. 122–130.
153. Круглов М. О., Кріль С. Я., Папарига П. С., Попівняк І. В., Ціхонь С. І. Сезонні зміни складу мінеральної води в джерелах с. Кваси (Рахівський район, Закарпаття). *Вісник Львів. ун-ту. Серія геологічна*. 2007. Вип. 21. С. 129–145.
154. Круть І. В. Введение в общую теорию Земли. Уровни организации геосистем. «Мысль», 1978. 367 с.
155. Кукурудза С. І. Гідроекологічні проблеми суходолу : Навч. посіб. Львів : Світ, 1999. 232 с.
156. Кукурудза С. І., Перхач О. Р. Використання та охорона водних ресурсів = Use and protection of water resources: навч. посіб.: [для вищ. Навч. закл.]. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 304 с.
157. Купар Войцех. Про гори Гуцульщини. *Гори Гуцульщини*. Краків, 2006.
158. Лаврут Т. В. Наземне забезпечення радіогеографічного моніторингу земної поверхні : Автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. Харків, 2003. 20 с.
159. Лавчик М. М. Гуцули Українських Карпат (етногеографічне дослідження). Львів: Видав. Центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 288 с.
160. Ладиженський В. М., Іщенко А. В. Програма та робоча програма навчальної дисципліни «Інженерні аспекти гідроекології» (для студентів 4 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»). Харк. нац. акад. міськ. госпва. Харків : ХНАМГ, 2010. 20 с
161. Левчак О. Ю., Лета В. В., Осійський Е. Й. Гідроекологічна характеристика Верхньої Тиси (в межах Закарпатської області). *Науковий вісник*

Ужгородського університету : Серія: Географія. Землеустрій. Природокористування. Ужгород : Говерла, 2013. Вип. 2. С. 13–20.

162. Лесек Ф. Правік Подкарпатской Руси. Ужгород, 1922 (карта пам'яток археології).
163. Лета В. В. Гідроекологічний стан річки Шопурка Рахівського району Закарпатської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 2. С. 91–96.
164. Лета В. В. Стан моніторингової системи в Закарпатській області. Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції *«Актуальні питання сучасної науки»* (м. Одеса, 03–04 червня 2016 р.). Херсон : Видавничий дім «Гельветика», Одеса 2016. С. 28–31.
165. Лета В. В. Гідрохімічний стан річки Тиса на ділянці українсько-румунського кордону. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т. 1. С. 95–103.
166. Лета В. В., Пилипович О. В. Аналіз сезонної мінливості гідрохімічного складу вод річки Косівська за період 2017–2018 рр. *Фізична географія та геоморфологія* 2019, Вип. 95 (3), С. 26–35.
167. Лета В. В. Аналіз показників, що визначають якість вод річок на території Рахівського району. *Проблеми та перспективи сучасної науки та освіти*. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 15–16 серпня 2020 року. Львів : Львівський науковий форум, 2020. С. 8–10.
168. Лета В. В. Гідрохімічна оцінка якості вод річок Чорна Тиса та Біла Тиса. *Інноваційний розвиток науки нового тисячоліття*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Ужгород, 21–22 квітня 2017 року). У 3-х частинах. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2017. Ч. 1. С. 155–159.
169. Лета В. В. Інтегральна оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Тиса у м. Рахів. *Проблеми розвитку науки в контексті трансформацій суспільства*. Матеріали II науково-практичної конференції (м. Хмельницький, 28–29 серпня 2020 р.). Херсон: Видавництво «Молодий вчений», 2020. С. 30–33.

170. Лета Василь, Пилипович Ольга. Аналіз антропогенного навантаження на басейн річки Тиса в межах Рахівського району Закарпатської області. *Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи: матеріали міжнародної науково-практичної онлайн-конференції* (Україна, м. Львів, 1–3 жовтня 2020 р.). Львів : Простір-М, 2020. С. 165–170.
171. Линник П. М., Скоблей М. П. Уміст арсену та його розподіл між розчинною й завислою формами у воді транскордонної ділянки річки Тиса. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2015. Вип. 267. С. 56–64.
172. Литвенкова И. А. Гидроэкология : учеб.-метод. комплекс для спец.1–33 01 01 – «Биоэкология». *Электрон. текстовые дан.* Витебск., 2011. URL: www.lib.vsu.by.
173. Литвенкова И. А., Дударев А. Н. Гидроэкология. Методические рекомендации. Витебск: Витебский государственный университет имени П. М. Машерова, 2013. 51 с.
174. Логвинов К. Т., Раевский А. Н., Айзенберг М. М. Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах. Л. : Гидрометеиздат, 1973. 199 с.
175. Логинова, Е. В., Лопух П. С. Гидроэкология [Электронный ресурс]: курс лекций / Е. В. Логинова,. Минск: БГУ, 2011. URL: <http://www.elib.bsu.by>
176. Лозанский В. Р., Белогуров В. П., Песина С. А., Беличенко Ю. П. Обобщенный показатель для оценки загрязненности водных объектов. Тезисы сообщений Всесоюз. конференции «Оценка и классификация качества поверхностных вод для водопользования». Харьков, 1979. С. 24–26.
177. Лук'яненко К. О. Конструктивно-географічні основи охорони та використання карстових печер Гірського Криму: Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Сімферополь, 2006. 25 с.
178. Лук'янець О. І. Система прогнозування паводків у Закарпатті на основі дослідження та математичного моделювання процесів формування стоку: дис. канд. геогр. наук : 11.00.07. К., 2004. 284 с.
179. Лучкай М. М. Історія карпатських русинів. У 6-ти тт. Т. I–V. Ужгород, 1999–2004.

180. Лысенко К. А. Минимальный сток малых рек Карпат и его расчеты. *Труды УкрНИГМИ*. 1976. Вып. 149. С. 130–141.
181. Малиновський К. Карпатські полонини і полонинське господарство. Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Т. XII: *Екологічний збірник. Екологічні проблеми Карпатського регіону*. Л., 2003. С. 293–309.
182. Малиновський К. А. Рослинність високогір'я Українських Карпат – Київ : Наукова думка, 1980. 277 с.
183. Манівчук В. М. Проблема підтоплення гірських населених пунктів Закарпаття малими потоками. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. 2. С. 114–121.
184. Маринич А. М., Пащенко В. М., Шищенко П. Г. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование К. : Наукова думка, 1985. 224 с.
185. Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізико-географічне районування. Географічна енциклопедія України. К. : УРЕ ім. М. П. Бажана, 1993. Т. 3. С. 340–343.
186. Мацьків Б. В, Пукач Б. Д., Пастуханова С. Н., Воробканич В. М. Геологічне довивчення площ масштабу 1 : 200 000 Рахівської групи аркушів М–34–XXXVI, М–35–XXXI, L–34–VI, L–35–I (в межах України) на площі 12100 кв. км (1997–2006 рр.). Київ, 2006. 315 с.
187. Мельник А. В. Українські Карпати: еколого–ландшафтознавче дослідження. Л.: Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 1999. 246 с.
188. Мельник А. В., Міллер Г. П., Федірко О. М. Природні передумови організації екологічного моніторингу Українських Карпат. *Геоєкологія України*. К. : Наук. думка, 1993. С. 29–31.
189. Мельник Т. П. Гідрогеолого-меліоративна оцінка р. Тиси в межах м. Рахів. Рівне : Волинські обереги, 2008. 92 с.
190. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям / Под ред. Члена-корреспондента РАН А. М Никанорова. *Организация и функционирование мониторинга качества*

воды р. Северский Донец на территории России и Украины. Сборник нормативно-методических документов. Ростов-на-Дону, 2004. С. 277–306.

191. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк, А. В. Яцик та інші. К. : СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
192. Методика розрахунку коефіцієнта забрудненості природних вод: КНД 211.1.1.106–2003 Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі мінекоресурсів). Затв. наказом Міністра екології та природних ресурсів України №89-М від 4 червня 2003 р. Київ, 2003. С. 25–30.
193. Микітчак Т. І. Трансформація екосистем льодовикових озер Українських Карпат. *Ecology and noospherology*. 2017. Vol. 28, по. 3–4. С. 28–36.
194. Микітчак Т. І., Решетило О. С. Поширення та біотопічний розподіл гіллястовусих ракоподібних (Crustacea, Cladocera) у водоймах масиву Чорногора (Українські Карпати). *Vestnik zoologii*, 2009. С. 441–449.
195. Микітчак Т. І., Рожко І. М., Ленько О. В. Фізико-географічна та гідрохімічна характеристики озер та озерець масиву Чорногора (Українські Карпати). *Наукові праці УкрНДГМІ*, 2010. Вип. 259. С. 231–244.
196. Микітчак Т. Гіллястовусі (Cladocera) й веслоногі (Copepoda) ракоподібні масиву Свидівець (Українські Карпати). *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2016. Вип. 72. С. 149–160.
197. Микітчак Т. І., Решетило О. С. Просторовий розподіл веслоногих ракоподібних (Crustacea: Copepoda) у водоймах масиву Чорногора (Українські Карпати). *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. 2011. Т. 2 (9), № 1. С. 285–294.
198. Миллер Г. П. Каровые озера Украинских Карпат. *Карпатские заповедники*. Ужгород : Карпаты. 1966. С. 212–223.
199. Мисковець І. Я. Антропогенні зміни в басейнах малих річок (на прикладі Волинської області) [Текст] : дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. Луцьк, 2003. 243 арк.

200. Мицюк Олександр. Нариси з соціально-господарської історії бувшої Угорської нині Підкарпатської Русі. Нариси соціально-господарської історії Підкарпатської Русі. Т. I. Ужгород : Новіна, 1936. 246 с.
201. Мицюк Олександр. Нариси з соціально-господарської історії бувшої Угорської нині Підкарпатської Русі. Нариси соціально-господарської історії Підкарпатської Русі. Т. II. Прага: Друкарня Р. Грдлічки, 1938. 392 с.
202. Мкртчян О. С. Геоінформаційне моделювання в конструктивній географії. Навч. Посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2010. 117 с.
203. Мойжес В. Культурно-хронологические горизонты городища Белая Церковь (ур. Деалул Моныстэрий) *Карпатика*, Вып. 42. Ужгород, 2013, 80–93.
204. Мольчак Я. О., Потапова А. Г. Конструктивно-географічний аналіз та оцінка природного агроресурсного потенціалу Волинської області. Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. 215 с.
205. Моргоч О. В. Гірські ландшафти та їх мезокліматичні властивості (на прикладі Українських Карпат) : автореф. дис. на здобуття ступеня канд. геогр. наук : 11.00.01. К., 2001. 19 с.
206. Моргоч О. В. Орокліматогенні передумови мезокліматичних відмінностей ландшафтів Українських Карпат. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.* 2003. Вип. 29. Ч. 1. С. 53–57.
207. Назарук М.М. Конструктивно-географічні основи розвитку і функціонування соціально-екологічних систем великого міста: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук : 11.00.11. Л., 2010. 32 с.
208. Нариси історії Закарпаття. Том I (з найдавніших часів до 1918 року). Ужгород: Госпрозрахунковий редакційно-видавничий відділ Закарпатського обласного управління по пресі. 1993. 436 с.
209. Національний атлас України НАН України, Інститут географії, Державна служба геодезії, картографії та кадастру / голов. ред. Л. Г. Руденко. Київ : ДНВП «Картографія», 2007. 435 с.
210. Національний план управління басейном р. Тиса. URL: http://buvrtyisa.gov.ua/newsite/?page_id=2270

211. Нестерук Ю. Рослинний світ Українських Карпат: Чорногора. Екологічні мандрівки. Львів : БаК, 2003. 520 с.
212. Никаноров А. М. Гидрохимия. Л. : Гидрометеиздат, 1989. 390 с.
213. Ніколайчук В. І. Екологічний стан Закарпаття. Проблеми і перспективи. Ужгород, 2004. 248 с.
214. Ободовский О. Г., Ярошевич О. Є. Типологія та методика гідроморфологічної оцінки якості річок басейну верхньої Тиси. Матеріали Третьої всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія», Київ, 15–17 листопада 2006 р. Укр. н.-д. гідрометеорол. Ін-т МНС та НАН України [та ін.]. К. : Ніка-Центр, 2006. С. 17–18.
215. Ободовський О. Г. Руслові процеси : навч. посіб. К. : РВЦ «Київ. ун-т», 1998. 132 с.
216. Ободовський О. Г., Онищук В. В., Коноваленко О. С. Руслоформуючі витрати та класифікація паводків на гірських річках. *Вісн. Київ. ун-ту. Географія*. 2002. Вип. 48. С. 42–47.
217. Ободовський О. Г., Онищук В. В., Ярошевич О. Є. Аналіз руслових процесів та рекомендації щодо управління русло-заплавним комплексом на передгірно-рівнинній ділянці Тиси. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2005. Т. 7. С. 69–88.
218. Ободовський О. Г., Цайтц Є. С., Гребінь В. В. та ін.. Динаміка руслових деформацій річок Закарпаття. *Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви): матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 21–24 верес. 1999 р., Україна, Рахів / редкол.: Гамор Ф. Д. (відп. ред.) та ін.. Рахів; Ужгород, 1999. С. 252–256.*
219. Ободовський О. Г., Ярошевич О. Є. Методичні засади гідроморфологічної оцінки якості річок Українських Карпат. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2006. Т. 11. С. 37–45.
220. Ободовський О. Г. Концептуальні положення гідроекологічної оцінки прояву руслових процесів. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2001. Т. 2. С. 146–156.

221. Ободовський О. Г., Онищук В. В. Гідроекологічна та економічна оцінки збитковості катастрофічних паводків на річках Закарпаття. *Екон. та соц. Географія*, 2001. Вип. 50. С. 130–134.
222. Ободовський О. Г., Онищук В. В., Козицький О. М. Деякі методологічні аспекти оцінки стоку наносів гірських річок в контексті розроблення протипаводкових заходів. *Гідрологія, гідрохімія та гідроекологія*. 2003. Т. 5 С. 25–29.
223. Ободовський О. Г., Онищук В. В., Козицький О. М. Морфодинамічні особливості різних типів русел гірських річок. *Фіз. географія і геоморфологія*. 2003. Вип. 44. С. 106–116.
224. Ободовський О. Г., Ярошевич О. Є. Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси. К. : Інтертехнодрук, 2006. 70 с.
225. Ободовський О. Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). К. : Ніка–Центр, 2001. 274 с.
226. Ободовський О. Г. Оцінка стійкості русел і класифікація паводків гірських річок. В кн. *Україна та глобальні процеси – географічний вимір*. Київ–Луцьк, т.2, 2000. С.205–209.
227. Ободовський Ю. О., Ободовський О. Г., Хільчевський В. К., Данько К. Ю. Відповідність загального гідроенергетичного потенціалу типам русел річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т. 1. С. 49–61.
228. Ободовський Ю. О. Статистичні характеристики рядів середніх річних, максимальних та мінімальних витрат води річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). В зб.: *Шевченківська весна*. Вип. XII. К.: «Прінт-Сервіс», 2014. С. 109–111.
229. Ободовський Ю. О. Гідроморфоекологічна оцінка руслових процесів та гідроенергетичного потенціалу річок Верхньої частини басейну Тиси (в межах України) Дисертація на здобуття наукового ступеня канд.геогр. наук К : КНУ ім. Т. Шевченка. 2017. 329 с.

230. Ободовський О., Розлач З., Коноваленко О., Швейцер Ф., Радванські Б., Іжак Т., Нагальні питання протипаводкового захисту території Верхньої та Середньої Тиси (в межах України та Угорщини). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2015. Т. 2. С. 8–23.
231. Олексів І. Т., Брагінський Л. П. Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень. Львів : Світ, 1995. 437 с.
232. Оникиєнко В. В., Осейко Т. П. Климатический очерк Карпатских областей УССР. 1958. 62 с.
233. Онищук В. В. Результати досліджень функціональних зв'язків між основними гідравлічними й русловими характеристиками річок Українських Карпат. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2007. Т. 12. С. 58–71.
234. Онищук В. В. Оцінка пропускнуої здатності русел гірських річок. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2013. Т. 1. С. 17–28.
235. Онищук В. В., Кафтан А. Н. Оценка гранулометрического состава русловых отложений горных рек. *Вопросы гидротехники и мелиорации на Украине* : сб. науч. тр. Укр. НИИ гидротехники и мелиорации. К. : УкрНИИГиМ, 1982. С. 101–113.
236. Онищук В. В., Ободовський О. Г. Методологічні аспекти раціонального регулювання русел гірських річок. *Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви)* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 21–24 верес. 1999 р., Україна, Рахів / редкол.: Гамор Ф. Д. (відп. ред.) та ін. Рахів ; Ужгород, 1999. С. 261–265.
237. Остапчук І. О. Оцінка геоекологічних ризиків території Криворізького природничо-господарського району: автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Сімферополь, 2010. 16 с.
238. Павлюк С. П. Аграрні традиції. *Етногенез та етнічна історія населення Українських Карпат*. Львів, 2006. Т.2. С. 11–56.
239. Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Водний фонд України: Довідковий посібник. 2-ге вид, доп. 2006. 320 с.

240. Паламарчук М., Ревера О. Нове життя малих річок. К : Урожай, 1991. 208 с.
241. Панькевич С. Г. Географічні умови формування якості поверхневих вод (на прикладі Волинської області): автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Львів, 2010. 20 с.
242. Пап С. Велика боротьба. Передмова акад. Миколи Мушинки. Ужгород : Гражда, 2015. 380 с.
243. Пап С. Історія Закарпаття. Том І. Івано-Франківськ : Нова Зоря, 2001. 560 с.
244. Папарига П. С. Еколого-геохімічні особливості мінеральних вод Карпатського біосферного заповідника та прилеглих територій в зоні впливу тектонічних порушень. *Роль гірських резерватів і національних парків у збереженні природної спадщини гірських територій*: Міжнар. наук.-практ. конф., 23–25 вересня 2009 р. : Тези доп. с. Кострино, 2009. С. 203–207.
245. Папарига П. С., Піпаш Л. І., Сухарюк Д. Д., Веклюк А. В. Високогірні озера Чорногори: охорона, збереження та використання в екотуристичній діяльності. *Екотуризм і сталий розвиток у Карпатах*: Міжнар. наук.-практ. конф., 10–12 жовт. 2007 р. : Тези доп. Рахів, 2007. С. 240–244.
246. Папарига П. С. Природно-геологічні та геоморфологічні умовини Карпатського біосферного заповідника. Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки. 2007. Ч. 2. С. 260–265.
247. Папарига П. С., Сухарюк Д. Д., Веклюк А. В. Екологічна безпека природних ландшафтів Рахівського району. *Проблеми сталого природокористування в Карпатському регіоні (екологія, освіта, бізнес)*: Міжн. наук.-практ. конф., 10–11 трав. 2006 р. : Тези доп. Хуст-Рахів, 2006. С. 93–99.
248. Пересоляк В. Ю., Ходанич М. М. Моніторинг ґрунтів Закарпаття. Перечин. : Вид-во ТУРпрес, 2013. 72 с.
249. Петлін В. М. Закономірності організації ландшафтних фацій (оптимізація і конструктивне використання) : Автореф. дис... д-ра геогр. наук : 11.00.11. О., 1999. 29 с.
250. Петлін В. М. Конструктивна географія. Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. 544 с.

251. Петлін В.М. Конструктивне ландшафтознавство. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. 357 с.
252. Петровська М. А. Гідроєкологічний словник. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 140 с.
253. Пилипович О. В., Ковальчук І. П. Геоекологія річково-басейнової системи верхнього Дністра : монографія. Львів–Київ : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 284 с.
254. Підліснюк В., Алієв К., Стефанівська Т. Україна та Рамкова Водна Директива ЄС. К. : Видав. Дім «КМ Академія», 2002. 43 с.
255. Побігун О. В. Геоекологічний моніторинг Карпатського регіону України як основа раціонального природокористування: Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Львів, 2005. 20 с.
256. Подходы к анализу использования понятий и терминов в географии / Преображенский В. С., Александрова Т. Д., Арманд А. Д. и др. *Изв. АН СССР. Сер. геогр.*, 1974, № 5.
257. Покоłodна М. М. Рекреаційні ресурси Харківської області, їх географічна характеристика та раціональне використання: Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Сімферополь, 2003. 20 с.
258. Поп И. Энциклопедия Подкарпатской Руси Ужгород: Изд-во В. Падяка, 2001. 430 с.
259. Поп С. С. Природні ресурси Закарпаття : навч. посіб. Вид. 3-тє, допов. і змін. Ужгород : Карпати, 2009. 340 с.
260. Поп С. С. Природно – заповідний фонд Закарпатської області. Ужгород : ДВ «Карпати», 2011. 256 с.
261. Попович І. Закарпаття за доби раннього заліза. Krakow-Lwow, 2006. 107 с.
262. Потушняк Ф. М. Археологічні знахідки бронзового та залізного віку на Закарпатті. Ужгород, 1958. 144 с.
263. Правила ведення моніторингу та оцінки якості води транскордонних річок. Схвалено комітетом ЄЕК. Гельсинки, 1996. 49 с.

264. Праліси в центрі Європи / за ред Урс-Беат Брендлі, Ярослава Довганича. Рахів, Карпатський біосферний заповідник. 2003. 193 с.
265. Праліси Закарпаття. Інвентаризація та менеджмент / Ф. Д. Гамор та ін. Рахів, 2008. 86 с.
266. Приплесь А. Й., Зубач В. М., Мельник Т. П. Топографо-геодезичні дослідження з метою регулювання русла р. Тиси в межах м. Рахів. *Materialy IV międzynarodowej naukowí – praktycznej konferencji «Naukowym progress na rubieży tesiacleci – 2008»* Тум 17. *Chemia I chemiczne technologie. Ekologia. Geografia I geologia. : Przemysl. Nauka I studia.* S 72–76.
267. Природа Закарпатської області / за ред. К. І. Геренчука. Львів : Вища школа, 1981. 156 с.
268. Приступа В. Динаміка лісокористування-історія та перспектива. *Зелені Карпати*, Рахів. 2000. С. 22–27.
269. Приходько М. М. Оцінка антропогенного впливу на природне середовище та обґрунтування геоекологічних засад раціонального природокористування в Івано-Франківській області [Текст] : дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Івано–Франківськ, 2005. 411 арк.
270. Про державний моніторинг якості річкових вод басейну Тиси в паводковий період / Хільчевський В. К., Савицький В. М., Манукало В. О. та ін. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2001. Т. 2. С. 552–561.
271. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод. Постанова КМУ від 19 вересня 2018 р. № 758
272. Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій: Збірник наукових праць (до 80-річчя від дня народження професора Ярослава Кравчука). Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 240 с.
273. Проект Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. УкрНДІЕП. Харків, 2012. 37 с.
274. Проект створення регіонального ландшафтного парку «Петрос» / А. В. Мигаль, І. В. Калинич, В. В. Лета та ін. *Науковий вісник Ужгородського*

університету : Серія: Географія. Землеустрій. Природокористування.
Ужгород : Говерла, 2013. Вип. 2. С. 5–12.

275. Пяткова А. В. Просторове моделювання водної ерозії ґрунту як основа наукового обґрунтування раціонального використання ерозійно-небезпечних земель: автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Одеса, 2011. 20 с.
276. Работы экспедиции Ужгородского университета / Балагури Э. А. и др. Археологические открытия. М., 1978. 600 с.
277. Рахівський район: природа, населення, господарство : навч.-метод. посіб. із професійно орієнтованої практики / С. П. Запотоцький, Ю С. Брайчевський, О. О. Галаган та ін. ; за ред. Я. Б. Олійника. К. : ВПЦ «Київський університет», 2015. 254 с.
278. Рельєф України. Навчальний посібник / Б. О. Вахрущев, І. П. Ковальчук, О. О. Комлев, Я. С. Кравчук, Е. Т. Палієнко, Г. І. Рудько, В. В. Стецюк. К. : Видавничий Дім «Слово», 2010. 688 с.
279. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 06. Украина и Молдавия. Выпуск 1. Западная Украина и Молдавия/ под ред. Каганера М.С. Л. : Гидрометиз, 1978. 491с.
280. Рідкісні, ендемічні, реліктові та погранично–ареальні види рослин Українських Карпат / К. Малиновський [та ін.]. наук. ред. М. Голубець. Інститут екології Карпат НАН України. Л. : Ліга–Прес, 2002. 75 с.
281. Романенко В. Д. Основи гідроекології: Підручник. К.: Обереги, 2001. 728 с.
282. Романенко В. Д. Экологическая оценка качества вод при их трансграничном диагностическом анализе. *Гидробиол. журнал*. 1999. Т. 35. № 1. С.53–56.
283. Романів С. П. Буферність буроземів чорногірського масиву українських Карпат щодо важких металів. *Науковий вісник НЛТУ України* . 2009. №9. С. 87–92.
284. Ромащенко М. І., Савчук Д. П. Водні стихії. Карпатські повені : статистика, причини, регулювання. К. : Аграрна наука, 2002. 304 с.
285. Рослинність Закарпатської області УРСР / Білик Г. І., Брадїс Є. М., Гринь Ф. О., Косець М. І. та ін. К., Вид–во АН УРСР, 1954. 276 с.

286. Руднева Е. Н. Почвенный покров Закарпатской области. М. : Изд-во АН СССР, 1960. 86 с.
287. Сакали Л. И. Тепловой и водный режим Украинских Карпат. М. : Наука, 1985. 350 с.
288. Самойленко В. М. Корогода Н. П. Геоінформаційне моделювання екомережі: монографія. К. : Ніка-Центр, 2006. 224 с.
289. Самойленко В. М., Маляренко О. С. Моделювання регіонально-специфічної екомережі 140 них територій. *Фізична географія та геоморфологія*. К., 2014. Вип.3 (75). С.5–22.
290. Сапко О. Ю. Оцінка впливу берегових антропогенних джерел забруднення на якість вод Одеського району північно–західної частини Чорного моря : автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. О., 2009. 20 с.
291. Сивий М. Я. Теорія і практика конструктивно-географічного аналізу мінерально-сировинних ресурсів Подільського регіону : автореф. дис... д-ра геогр. наук : 11.00.11. Л., 2005. 36 с.
292. Сівак В. К. Конструктивно-географічний аналіз лісових ландшафтів як основи розвитку природоохоронних територій Чернівецької області: автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. Чернівці, 2007. 20 с.
293. Скоблей М. П., Линник П. М., Жежеря В. А. Концентрації важких металів у складі завислих речовин річок басейну Тиси. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т. 1. С. 75–85.
294. Скоблей М. П., Линник П. М. Важкі метали у воді річки Тиси: вміст, форми знаходження та особливості міграції (за результатами моніторингових досліджень). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2014. Т. 4(35). С. 87–97.
295. Сливка Р. О. Геоморфологія Вододільно-Верховинських Карпат : Монографія. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2001. 152 с.
296. Смалійчук А. Д. Праліси і старовікові ліси Українських Карпат: геопросторовий аналіз структури та чинників. *Фізична географія та геоморфологія*. 2017. Вип. 3 (87). С. 92–100.

297. Смішко М. Ю. Карпатські кургани першої половини I тисячоліття нашої ери. К., 1960. С. 104–106.
298. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К., 2001. 264 с.
299. Соловей Т. В. Оцінка впливу гідрологічних чинників на якість води річок басейну верхнього Пруту в маловодний період року: Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Чернівці, 2004. 20 с.
300. Сочава В. Б. Определение некоторых понятий и терминов физической географии. *Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока*. 1963. Вып. 3. С. 50–59.
301. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
302. Стойко С. М. Букові праліси Карпат як об'єкт світової природної спадщини ЮНЕСКО. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2013. Вип. 11. С. 17–24.
303. Стойко, С. М. Дубовые леса Карпатской горной системы. Автореферат дисс. докт. биол. наук: 094. Киев, 1969. 56 с.
304. Структура популяцій рідкісних видів флори Карпат / К. А. Малиновський та ін. НАН України, Інститут екології Карпат. К. : Наукова думка, 1998. 173 с.
305. Сухарюк Д. Д., Папарига П. С., Данів І. М., Кабаль М. В. Ліси, як важливий чинник оптимізації водного балансу Українських Карпат. *Проблеми сталого природокористування в Карпатському регіоні (екологія, освіта, бізнес): Міжн. наук.-практ. конф., 10–11 трав. 2006 р.: Тези доп.* Хуст-Рахів, 2006. С. 106–109.
306. Тавров Ю. С. Радіогеоecологічний аналіз водокористування з місцевих водойм Полісся та півночі Лісостепу: Дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. К., 2002. 184 арк.
307. Татаринов К. А. Звірі західних областей України. Екологія, значення, охорона. Київ: Вид-во АН. УРСР, 1956. 188 с.
308. Татаринов К. А. Фауна хребетних Заходу України. Екологія, значення, охорона. Київ Вид. Львівського університету 1973. 257 с.

309. Технічний звіт «Оцінка екологічного стану та контрольний моніторинг якості води в басейні Верхньої Тиси на ділянці українсько-румунського кордону відповідно до положень ВРД ЄС та вимог міжнародної комісії з охорони річки Дунай: фондові матеріали «Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса». Ужгород, 2009. 86 с.
310. Тиводар М. Закарпаття: народознавчі роздуми. Ужгород : Карпати, 1995. 208 с.
311. Тиводар М. П. Етнографія Закарпаття : іст.-етнограф. Нарис. М-во освіти і науки України, Держ. вищ. навч. закл. «Ужгород. нац. ун-т», Каф. історії Стародавнього світу і Середніх віків. Ужгород : Гражда, 2011. 416 с.
312. Тиводар М. Традиційне скотарство Українських Карпат другої половини ХІХ – першої половини ХХ ст. : історико-етнографічне дослідження. Ужгород : Карпати, 1994. 560 с
313. Тимофійчук Н. М. Конструктивно-географічні засади дослідження природокористування у межах гірських територій. *Географія та туризм*. 2012. Вип. 18. С. 322–328.
314. Тиханович Є. Лавинопрояви ландшафту Чорногора. *Фізична географія та геоморфологія*. 2013. Вип. 3. С. 291–302.
315. Тиханович Є., Біланюк В. Умови сходження лавин у масиві Чорногора (Українські Карпати). *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2016. Вип. 50. С. 359–368.
316. Тімченко З. В. Оцінка геоекологічного стану водних ресурсів малих річок (на прикладі малих річок північного макросхилу Кримських гір). Автореф. дис. канд. геогр. наук. 11.00.11. Сімферополь 2000. 22 с.
317. Тітенко Г. В. Особливості функціонування та геоекологічна роль міських ґрунтів (на прикладі м.Харкова) : Автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. Харків, 2002. 19 с.
318. Ткач Л. О. Комплексна оцінка сучасних кліматичних умов життєдіяльності людини на території України: Автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. Чернівці, 2007. 19 с.

319. Ткач О. П. Вміст марганцю в дерново-буроземних ґрунтах полонин Закарпаття. *Gruntoznavstvo*. 2015. Vol. 16, no. 1–2. С. 60–65.
320. Токмаков О. І. Вертикальні температурні градієнти в Українських Карпатах. *Праці експедиції по комплексному вивченню Карпат і Прикарпаття. Сер.географ.* 1957 Т.4. С.124–130.
321. Туниця Т. Ю. Збалансоване природокористування: національний і міжнародний контекст: [монографія]. К. : Знання, 2006. 300 с.
322. Уліганець С. І. Конструктивно-географічний аналіз ландшафтно-рекреаційних систем (на прикладі Закарпатської області) : Автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. К., 2007. 20 с.
323. Управління туризму та курортів Закарпатської ОДА. URL: <https://carpathia.gov.ua/storinka/informaciya-pro-upravlinnya-turyzmu-ta-kurortiv>
324. Федака П. Формування гірських поселень. *Етногенез та етнічна історія населення Українських Карпат*. Львів, 2006. С. 141–162.
325. Фельбаба-Клушина Л. М. Болота і водойми верхів'я р. Тиса (Українські Карпати), перспективні для надання їм статусу Рамсарських угідь. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*. 2015. Т. 7, Вип. 1. С. 76–81.
326. Фельбаба-Клушина Л. М. Рослинний покрив боліт і водойм верхів'я басейну р. Тиса (Українські Карпати) та флювіальна концепція його охорони. Ужгород: Поліграфцентр «Ліра», 2010. 192 с.
327. Фельбаба-Клушина Л. М., Гапон С. В. Осоково-сфагнові болота Чорногірського масиву (Українські Карпати): структура і тенденції змін. *Український ботанічний журнал*. 2008. Т. 65 № 1. С. 80–89.
328. Фесюк В. О. Конструктивно-географічні засади формування і розвитку великих урбоекосистем Північно-Західної України: автореф. дис... д-ра геогр. наук : 11.00.11. Л., 2008. 32 с.
329. Фодор С. С. Растительный покров Закарпатской области. *Научные записки УжГУ. Ботаника* 1956.Т. 17.С. 116–141.

330. Ха Хуєн Фонг. Водогосподарське районування і раціоналізація водокористування (на прикладі Північного В'єтнаму): Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Харків, 2000. 18 с.
331. Хільчевський В. К., Лета В. В. Комплексна оцінка якості води р. Чорна Тиса. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 3. С. 50–56.
332. Хільчевський В. К., Лета В. В. Оцінка якості води річки Біла Тиса. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т. 4. С. 57–66.
333. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основи гідрохімії : підручник. К. : Ніка–Центр, 2012. 312 с.
334. Царенко О. М., Несветов О. О., Кабацький М. О. Основи екологій та економіка природокористування. Суми : Університетська книга, 2001. 326 с.
335. Цвид Н. В. Антропогенна трансформація геосистем Шацького національного природного парку: автореф. дис. канд. геогр. наук : 11.00.11. Львів, 2010. 22 с
336. Цепенда М. В. Водогосподарський баланс як засіб оптимізації проблем водоспоживання і водовідведення у річкових басейнах: Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Чернівці, 2002. 20 с.
337. Цись П. М. Геоморфологія УРСР. Львів : Вид-во ун-ту, 1962. 262 с.
338. Цуркан О. І. Геоекологічна адаптивність природно-господарських територіальних систем (на прикладі приморської території басейну Григорівського лиману) : дис. канд. геогр. наук : 11.00.11. Сімферополь, 2006. 23 с.
339. Цысь П. Н. Украинские Карпаты. Физико–географическое районирование Украинской ССР. Киев : Изд-во Киев. ун-та, 1968. С. 569–636.
340. Чеболда І. Ю. Конструктивно-географічний аналіз природно-ресурсного потенціалу території (на прикладі Тернопільської області): Автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Львів, 1999. 16 с.
341. Человек, общество и окружающая среда. Географические аспекты использования естественных ресурсов и сохранения окружающей среды / отв. ред. ... И. П. Герасимов. Ин-т *географии* АН СССР; Москва : Мысль, 1973. 436 с.

342. Чиста вода – чисте довкілля: Шляхи інтеграції України до Європейського Союзу [Текст] = Clean water – clean environment: Ukraine's course toward integration into European Union : за матеріалами Програми СВС ТАСІС «Західний Буг і Латориця/Уж: Транскордонний моніторинг та оцінка якості води» / М-во екології та природних ресурсів України, Програма СВС ТАСІС. К. : АртЕк, 2001. 32 с.
343. Чорненька Н.В. Рекреаційний потенціал геосистем Горган: автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. К., 2008. 20 с.
344. Чорногірський географічний стаціонар. Навчальний посібник. Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2003. 132 с.
345. Чубатий О. В. Гірські ліси – регулятори водного режиму. Ужгород, Карпати, 1984. 102 с.
346. Швебс Г. І., Ігошин М. І. Каталог річок і водойм України : Навч.-довідк. посіб. Одес. нац. ун-т ім. І.І.Мечникова. О. : Астропринт, 2003. 392 с.
347. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
348. Шпарик Ю. С., Коммармот Б., Беркела Ю.Ю. Структура букового пралісу Українських Карпат. Снятин : «Прут-принт», 2010. 143 с.
349. Шушняк В. М. Сучасна екзоморфодинаміка Українських флішових Карпат: автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.04. Львів, 2007. 20 с.
350. Юровчик В. Г. Конструктивно–географічні засади оптимізації лісів і лісового господарства Волинської області : дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Львів, 2007. 220 арк.
351. Ямборак Р. С. Автоматизоване оцінювання та прогнозування гідрохімічного стану водних ресурсів Подільського Придністер'я: автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11. Чернівці, 2007. 19 с.
352. Ярошевич О. Є. Гідроморфологічна оцінка екологічного стану річок басейну Тиси в межах України. : Дис... канд. наук: 11.00.07. 2008. 207 арк.
353. Яцик А. В., Шмаков В. М.. Гідроекологія. К. : Урожай, 1992. 192 с.

354. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. К. : Генеза, 2003. Т.1, кн. 1–2. 400 с.
355. Яцик А. В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. К. : Генеза, 2004. Т.3, кн. 5. 496 с.
356. Яцык А. В. Экологические основы рационального водопользования. К. : Генеза, 1997. 640 с.
357. Brändli, U. B.; Dowhanytsch, J. (Red.) Urwälder im Zentrum Europas. Ein Naturführer durch das Karpaten-Biosphärenreservat in der Ukraine. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL; Rachiw, Karpaten Biosphärenreservat. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 192 S.
358. Carpathian upper mountain forests: management and conservation for promotion of sustainable regional development / Budnikov G. et al. Uzhgorod nat. univ., Inst. of ecology of the Carpathians, NAS of Ukraine, Inst. of nature conservation, Polish acad. of sciences. Uzhgorod : [Shark], 2015. 147 p.
359. Carpatica. Вип. 6 : Етнічні та історичні традиції населення Українських Карпат кінця XVIII-XX ст. / відп. за вип. М. П. Тиводар. 1999. 216 с.
360. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of establishing a framework for Community action in the field of water policy/ OJ L 327, 22.12.01. 2001.
361. Heinrichs H., Mayer R. The role of forest vegetation in the biogeochemical cycle of heavy metals. *J. Environment Qual.* 1980. Vol. 9. N.1. P. 11–118.
362. Kacso C. Contributii la cunoasterea metaluriei cuprului si bronzului in nord vestul Romaniei. *Apulum*, XV. Alba Iulia, MCMLXXVII, P. 131–154.
363. Leta, V., Pylypovych, O., & Mykitchak, T. (2019). Hydro-ecological investigation of the Lazeshchyna River in Transcarpathian region of Ukraine. *Forum geografic*, XVIII(2), P. 115–123. DOI: doi:10.5775/fg.2019.024.d
364. Manganese redox reactions and organic interactions in soil, Manganese in Soils and Plants / R. J. Bartlett, R. D. Graham, R. J. Hannam and N. C. Uren, eds., *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, The Netherlands, P. 59–73.

365. Melke J., Chodorowski J., Debicki R. The content of total and DTPA-TEA extracted forms of Zn, Cu, Mn, Pb, Co and Ni in Chornohora (Ukraine) mountain soils. *Polish Journal of Soil Science*. 2005. Vol. XXXVIII/I. P. 51–60.
366. Pasterstwo na Huculszczyźnie. Gospodarka – Kultura – Obyczaj / Gudowski J. Vicus Studia Agraria, N 2. Warszawa: Wydwo Akademickie «Dialog», 2001. 270 s.
367. Peresolyak V., Karabiniuk M. Aspects of the use of highlands of Rakhiv district of Zakarpattya region (for example Chornogorskiy and Svidovetskiy landscapes). *The scientific heritage*. P.2. No 9 (9). Budapest, Hungary, 2017 P. 22–31.
368. Sparrow, L., Uren, N., Oxidation and reduction of Mn in acidic soils: effect of temperature and soil pH, *Soil Biol. Biochem.*, 1987, P. 143–148.
369. Tebo, B. M., Ghorse, W. C., van Waasbergen, L. G., Seiring, P. L., Caspi, R., Bacterially mediated mineral transformation: Insights into manganese (II) oxidation from molecular genetic and biochemical studies, *Geomicrobiology: Interactions Between Microbes and Mineral*, J. F. Banfield, K. H. Nealson, Mineralogical Society of America, Washinhton, D. C., 1997. P. 225–260.
370. Troll M., Sitko I. Pasterstwo w zachodniej Czarnohorze (Karpaty Ukrainskie) w ujeciu przestrzenno-czasowym. *Czarnohora. Przyroda i czlowiek*. Krakow, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagiellonski, 2006. S. 111–140.
371. Vasyl Leta, Liubov Senyk Monitoring of the hydrochemical regime of surface waters of the Tisza river basin within the Rakhiv district of Transcarpathian region: retrospective and perspective analysis of the network. International scientific-practical conference «*Environmental safety of the Carpathian euroregion*» (Uzhhorod, May 13–15, 2020). P. 31–32.

Додаток А 1

Внутрішньорічний розподіл стоку (за місяцями та сезонами 1998 р.) річок басейну Тиси, % *

Річка–пост	Середньомісячні витрати води, м³/с												Сезонні витрати води, м³/с				Періоди року, м³/с	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	зима	весна	літо	осінь	Теплий 5–10	Холодний 11–4
Тиса – м. Рахів	3,43	2,76	4,57	15,50	11,22	11,66	12,58	4,08	4,93	12,19	14,24	2,85	9,04	31,29	28,32	31,36	56,66	43,34
Чорна Тиса – смт Ясіня	2,04	2,09	2,36	16,33	13,31	11,72	11,09	5,30	7,26	12,35	13,76	2,40	6,53	32	28,11	33,37	61,03	38,97
Біла Тиса – с. Луги	3,20	3,21	3,58	16,08	14,71	12,60	14,55	3,57	4,31	8,27	12,60	3,33	9,74	34,37	30,72	25,18	58,01	41,99
Косівська – с Косівська Поляна	3,36	2,88	5,09	15,24	8,82	8,26	8,95	3,40	5,15	11,53	24,43	2,89	9,13	29,15	20,61	41,11	46,11	53,89

* Складено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ

Додаток А 2

Внутрішньорічний розподіл стоку (за місяцями та сезонами 2016 р.) річок басейну Тиси, % *

Річка–пост	Середньомісячні витрати води, м³/с												Сезонні витрати води, м³/с				Періоди року, м³/с	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	зима	весна	літо	осінь	Теплий 5–10	Холодний 11–4
Тиса – м. Рахів	7,93	15,97	9,72	13,03	11,44	11,19	7,43	5,11	2,67	3,83	8,46	3,22	27,12	34,19	23,73	14,96	41,67	58,33
Чорна Тиса – смт Ясіня	7,79	13,93	8,69	12,89	12,95	13,94	8,58	4,72	2,58	3,40	8,39	2,15	23,87	34,53	27,24	14,37	46,17	53,83
Біла Тиса – с. Луги	5,08	12,13	9,15	15,24	11,93	12,47	7,68	5,85	3,50	5,03	8,07	3,87	21,08	36,32	26	16,6	46,46	53,54
Косівська – с Косівська Поляна	9,21	17,03	10,84	15,51	12,04	10,51	5,46	3,91	2,04	2,36	7,55	3,54	29,78	38,39	19,88	11,95	36,32	63,68

* Складено автором за матеріалами Закарпатського обласного ЦГМ

Додаток Б

Забір та використання води, млн м³ *

Рік	Кіл-сть звітуючих водокористувачів	Забрано			Втрати при транспортуванні	Використано				
		із прир. водних об'єктів. Всього	в. т. ч. із підземних водних об'єктів	з поверхневих водних об'єктів		Свіжої води. Всього	В тому числі			
							на побутово-питні потреби	на виробничі потреби	на с/г водопостачання	на інші потреби
1990	26	8,679	3,179	5,5	0,075	8,521	3,958	4,563		
1991	26	8,508	3,247	5,261	0,075	8,37	3,961	4,409		
1992	26	8,493	3,198	5,295	0,051	8,435	5,341	3,094		
1993	25	6,525	2,985	3,539	0,005	6,38	3,696	2,684		
1994	26	6,25	2,76	3,49	0,005	6,185	3,607	2,578		
1995	25	5,046	2,606	2,44	0,011	5,005	3,529	1,476		
1996	25	4,011	2,105	1,906	0,014	3,96	2,78	1,18		
1997	29	3,345	2,53	0,815	0,036	3,289	2,818	0,471		
1998	28	3,356	2,472	0,884	0,025	3,311	2,77	0,541		
1999	29	3,345	2,53	0,815	0,036	3,289	2,818	0,471		
2000	31	2,353	1,98	0,373	0,033	2,319	2,13	0,176		0,013
2001	35	2,578	1,924	0,654	0,007	2,571	0,708	0,324	1,539	
2002	33	2,368	1,761	0,607	0,026	2,342	1,9	0,442		
2003	31	1,768	0,974	0,794	0,026	1,741	1,141	0,426		0,175
2004	32	1,731	0,889	0,842	0,033	1,698	0,611	0,397	0,72	
2005	32	1,265	0,586	0,679	0,041	1,223	0,831	0,142		0,25
2006	31	1	0,438	0,562	0,06	0,939	0,487	0,122		0,331
2007	30	0,91	0,4	0,51	0,068	0,842	0,43	0,13		0,282
2008	30	0,866	0,357	0,509	0,064	0,803	0,467	0,08	0,24	
2009	29	0,75	0,337	0,413	0,058	0,692	0,352	0,084	0,24	
2010	30	0,692	0,558	0,134	0,062	0,614	0,31	0,124	0,18	
2011	30	0,683	0,543	0,14	0,072	0,612	0,305	0,123	0,168	
2012	29	0,697	0,539	0,158	0,071	0,626	0,333	0,157	0,12	0,016
2013	29	0,614	0,456	0,158	0,072	0,527	0,292	0,142	0,093	
2014	29	0,551	0,447	0,104	0,073	0,463	0,286	0,088	0,089	
2015	25	0,491	0,436	0,055	0,06	0,431	0,306	0,052		0,073
2016	25	0,523	0,459	0,064	0,072	0,451	0,335	0,058		0,058
2017	26	0,451	0,383	0,068	0,053	0,398	0,311	0,041		0,046
2018	26	0,462	0,374	0,088	0,038	0,423	0,289	0,092	0,026	0,016

* Складено автором за матеріалами Звітів про використання води Форма № «2ТП-водгосп»

Додаток В

Обсяги скидів стічних вод, млн м³ *

Рік	Скинуто стічних вод										
	Всього	По приймачах стічних вод									
		В поверхневі водні об'єкти							В невіднесені до водних об'єктів (накопичувачі, впадіння, інше)	В підземні горизонти	
		Всього	В тому числі				Нормативно очищених на очисних спорудах				
			Забруднених		Нормативно чистих без очистки	Нормативно очищених на очисних спорудах					
Без очистки	Недостатньо очищених		Всього	Біологічної очистки		Механічної очистки					
1990	5,831	4,837		2,629	0,14	2,068	2,056	0,012	0,994		
1991	5,553	4,63		2,064	0,14	2,426	2,393	0,023	0,923		
1992		4,174	1,797		0,147	2,23	2,23				
1993		3,078	1,705		0,159	1,214	1,207	0,007			
1994		2,6	1,609	1,609	0,159	0,832	0,831	0,001			
1995	2,389	2,075		1,079	0,14	0,856	0,855	0,001	0,303	0,011	
1996	2,258	1,95		0,412	0,13	1,408	1,408		0,296	0,012	
1997	1,115	0,97	0,002	0,304	0,076	0,588	0,588		0,145		
1998	1,085	0,895	0,004	0,329	0,024	0,539	0,539		0,19		
1999	1,115	0,97	0,002	0,304	0,076	0,588	0,588		0,145		
2000	0,715	0,578		0,011	0,017	0,55	0,549	0,001	0,137		
2001	0,678	0,592	0,041	0,381	0,012	0,158	0,158		0,086		
2002	1,767	0,913	0,06	0,197	0,396	0,259	0,259		0,854		
2003		0,788	0,156		0,408	0,225	0,212	0,013			
2004	1,242	0,771	0,04	0,16	0,398	0,174	0,174		0,472		
2005	0,748	0,293	0,032	0,104		0,157	0,15	0,007	0,454		
2006	0,506	0,267	0,007	0,103	0	0,157	0,149	0,007	0,239		
2007	0,467	0,25	0,006	0,193	0,015	0,035	0,033	0,002	0,217		
2008	0,425	0,248	0,015	0,187	0,015	0,03	0,014	0,016	0,178		
2009	0,452	0,277	0,009	0,189	0,015	0,065	0,048	0,017	0,175		
2010	0,401	0,278	0,009	0,193	0,015	0,061	0,046	0,015	0,123		
2011		0,277	0,182	0,173	0,015	0,08	0,051	0,029			
2012	0,388	0,298	0,009	0,198	0,023	0,068	0,051	0,017	0,089		
2013	0,365	0,281	0,009	0,187	0,026	0,059	0,044	0,015	0,085		
2014	0,356	0,276	0,009	0,191	0,026	0,05	0,037	0,013	0,081		
2015	0,314	0,26	0,007	0,193	0,038	0,022	0,015	0,007	0,054		
2016	0,333	0,275	0,007	0,2	0,043	0,025	0,019	0,006	0,057		
2017	0,379	0,295	0,007	0,213	0,048	0,027	0,015	0,012	0,084		
2018	0,343	0,312	0,007	0,221	0,053	0,031	0,025	0,006	0,031		

* Складено автором за матеріалами Звітів про використання води Форма № «2ТП-водгосп»

Додаток Д

Виробничі потужності каналізаційно-очисних споруд Рахівського району (станом на 2010 р.) *

Підприємство	Нас. пункт	Скид поверхневий/рік, тис м ³	Скид поверхневий, м ³ /доба	Скид поверхневий, куди	Очисні споруди	Потужність м ³ /доба
КП «Рахівводоканал»	м. Рахів	384,031	1052,314	р. Тиса після очищення на очисних спорудах повної біологічної очистки проектною потужністю 10800 м ³ /добу	Повне біологічне очищення (ПБО)	10800
Карпатський біосферний заповідник	м. Рахів	17,64	51,128	р. Тиса (нормативно-очищені на очисних спорудах біологічного очищення потужністю 8 м ³ /добу стічні води адміністративно-господарської ділянки КБЗ); п. Лихий (умовно-чисті стічні води форелевого господарства).	піщано-гравійні фільтри	8
ВАТ мармуровий кар'єр «Трибушани»	с. Ділове	8,8	33,58	п. Полунський після відстоювання у трьохсекційному шламовідстійнику	трьохсекційний шламовідстійник, потужність 900 м ³ /добу	900
Санаторій «Гірська Тиса»	с. Кваси, 163	0	0	р. Ч.Тиса одним випуском: нормативно-чисті води водолікарні після відстоювання у двохкамерному септику об'ємом 50 м ³ та знезараження	септик 50 м ³ , знезараження	
Великобичківська філія «Сведвуд Проза» ТОВ «Сведвуд Україна»	сmt. В. Бичків	5,292	19,59	р. Шопурка	Компактна установка КУ–100	100
ВАТ Великобичківський консервний завод	сmt. В. Бичків	3,881	14,87	р. Шопурка	трьохкамерний септик	50
ТОВ «ЦБМ Карпати»	сmt. В. Бичків	300	909,1	р. Шопурка		
ТОВ «Карпати»	сmt. В. Бичків	5,76	41,14	стр. Білий потік		
ВАТ «Хутро»	сmt. Ясіня	55,8	152,9	р.Чорна Тиса	Повне біологічне очищення (ПБО)	400

* Складено автором за матеріалами БУВР р. Тиса

Додаток Е 1

Середні багаторічні показники рН, О₂, ПО, БСК₅, ХСК у водах річокБіла Тиса та Чорна Тиса за період 2007–2011 рр., мг/дм³*

Річка – пункт	Сезон	рН	О ₂	ПО	БСК ₅	ХСК
р. Біла Тиса – с. Розтоки	Весна	7,7	12,2	1,97	2,52	6,6
	Літо	7,9	10,1	2,99	2,65	5,5
	Осінь	7,9	12	2,77	2,56	5,5
	Зима**	7,9	12,9	2,64	2,12	5,1
р. Чорна Тиса – с. Білин	Весна	7,9	12,4	2,15	2,46	6,5
	Літо	8	10,1	2,6	2,27	5,3
	Осінь	7,9	11,8	2,85	2,4	5,3
	Зима***	7,9	13,4	1,9	1,62	5,3

* Складено автором за матеріалами Закарпатської ДЕІ

**- 2007–2008 рр.

***- 2007–2009 рр.

Додаток Е 2

Середні багаторічні показники рН, О₂, ПО, БСК₅, ХСК у водах річокТиса та Шопурка за період 2007–2018 рр., мг/дм³*

Річка – пункт	Сезон	рН	О ₂	ПО	БСК ₅	ХСК
р. Тиса – м. Рахів (АГС)	Весна	7,8	12,4	2	2,4	4,1
	Літо	8	9,9	3,7	2,7	5,4
	Осінь	8	12,1	2,9	2,5	4,8
	Зима	7,9	13,4	2	2,2	4
р. Тиса – м. Рахів (КОС)	Весна	7,9	11,6	2,5	3	5,1
	Літо	7,9	10,1	3,8	3,1	6
	Осінь	8	11,7	3,4	3,1	5,4
	Зима	7,9	13	2,6	2,7	4,6
р. Тиса – с. Ділове**	Весна	7,9	12,3	2,9	2,7	4,8
	Літо	8	10,3	3,9	3	5,5
	Осінь	8,1	12,3	2,7	2,3	4,4
	Зима	7,9	13,7	2,3	2,4	4,1
р. Тиса – смт Великий Бичків	Весна	7,9	11,8	2,8	2,6	4,9
	Літо	7,9	10	3,2	2,7	5,6
	Осінь	8	12	2,9	2,7	5,1
	Зима	7,9	13,2	2,5	2,6	4,9
р. Шопурка – смт Великий Бичків	Весна	7,7	12,2	2,1	2,2	4,1
	Літо	7,9	10,4	2,2	2,3	4
	Осінь	8	12,1	2,1	2,4	4,5
	Зима	8	13,8	1,9	2,4	4,7

* Складено автором за матеріалами БУВР р. Тиса

**- 2007–2014 рр.

Додаток Ж 1

**Середні багаторічні концентрації головних іонів і сухого залишку у
водах річок Біла Тиса та Чорна Тиса за період 2007–2011 рр., мг/дм³ ***

Річка – пункт	Сезон	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Сухий залишок
р. Біла Тиса – с. Розтоки	Весна	4,74	10,3	153
	Літо	11,67	11,3	141
	Осінь	6,75	16,5	145
	Зима**	8,73	19,4	172
р. Чорна Тиса – с. Білин	Весна	6,1	11,2	164
	Літо	6,2	14	157
	Осінь	7,5	16,2	161
	Зима***	6,2	16,4	144

* Складено автором за матеріалами Закарпатської ДЕІ

**– 2007–2008 рр.

***– 2007–2009 рр.

Додаток Ж 2

**Середні багаторічні концентрації головних іонів і сухого залишку у
водах річок Тиса та Шопурка за період 2007–2018 рр., мг/дм³ ***

Річка – пункт	Сезон	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Сухий залишок
р. Тиса – м. Рахів (АГС)	Весна	6	21,4	125,6	5,2	33,6	149,9
	Літо	5,6	23	129,9	5,7	35,7	161,1
	Осінь	5,3	20,5	136,8	6,3	37,1	159,9
	Зима	5,8	20,4	137,1	4,6	41,6	146,5
р. Тиса – м. Рахів (КОС)	Весна	6,7	23,3	131,6	6,1	33,7	149
	Літо	6,1	24,1	128,9	7,2	34,7	165,8
	Осінь	6,1	23,8	140	5,7	38,4	180,2
	Зима	7	26	133,3	6,9	41,1	174,6
р. Тиса – с. Ділове**	Весна	5	23,8	113,6	5,2	32,6	156,6
	Літо	5,3	22,9	129,7	5,6	35,4	161,7
	Осінь	4,8	23,8	137,7	6	39,3	159,8
	Зима	6,6	26,5	133,5	5,6	38,3	162,4
р. Тиса – смт Великий Бичків	Весна	5,4	22,7	121,4	5,8	34,2	159,8
	Літо	6,3	23,3	131,3	6,2	37,3	176,3
	Осінь	5,6	24,3	138,5	6,4	39,9	173,9
	Зима	6,5	24	128,3	5,8	39,2	165
р. Шопурка – смт Великий Бичків	Весна	5,1	20,9	118,3	5,3	32,6	139,3
	Літо	5,5	21,4	132,7	6,3	37,4	174,7
	Осінь	5,3	21,3	139,8	5,5	37,8	164,2
	Зима	5,5	22,6	123,3	6	34,9	140,7

* Складено автором за матеріалами БУВР р. Тиса

** – 2010–2014 рр.

Додаток З 1

**Середні багаторічні концентрації біогенних речовин у водах річок Біла
Тиса та Чорна Тиса за період 2007–2011 рр., мг/дм³ ***

Річка – пункт	Сезон	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
р. Біла Тиса – с. Розтоки	Весна	0,06	0,014	1,68	0,049
	Літо	0,11	0,023	1,52	0,048
	Осінь	0,07	0,02	2,3	0,033
	Зима**	0,05	0,0125	3,5	0,06
р. Чорна Тиса – с. Білин	Весна	0,06	0,012	1,76	0,052
	Літо	0,09	0,021	1,83	0,046
	Осінь	0,08	0,024	2,37	0,026
	Зима***	0,03	0,013	2,33	0,047

* Складено автором за матеріалами Закарпатської ДЕІ

*– 2007–2008 рр.

**– 2007–2009 рр.

Додаток З 2

**Середні багаторічні концентрації біогенних речовин у водах річок Тиса
та Шопурка за період 2007–2018 рр., мг/дм³ ***

Річка – пункт	Сезон	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	P _{заг.}
р. Тиса – м. Рахів (АГС)	Весна	0,08	0,03	2,6	0,04	0,07
	Літо	0,1	0,03	2,5	0,05	0,07
	Осінь	0,08	0,03	2,4	0,05	0,07
	Зима	0,09	0,02	2,3	0,04	0,05
р. Тиса – м. Рахів (КОС)	Весна	0,18	0,07	2,9	0,08	0,09
	Літо	0,17	0,04	3,2	0,06	0,08
	Осінь	0,16	0,05	2,8	0,06	0,08
	Зима	0,19	0,04	3,1	0,05	0,08
р. Тиса – с. Ділове**	Весна	0,08	0,03	2,9	0,06	0,08
	Літо	0,09	0,03	3	0,04	0,06
	Осінь	0,09	0,03	3,1	0,04	0,06
	Зима	0,1	0,03	3,3	0,04	0,06
р. Тиса – с.мт Великий Бичків	Весна	0,1	0,03	3	0,05	0,07
	Літо	0,11	0,03	3	0,05	0,07
	Осінь	0,11	0,03	3,1	0,05	0,07
	Зима	0,1	0,03	2,9	0,04	0,06
р. Шопурка – с.мт Великий Бичків	Весна	0,08	0,03	2,7	0,05	0,07
	Літо	0,07	0,04	2,9	0,03	0,04
	Осінь	0,07	0,02	2,3	0,04	0,06
	Зима	0,07	0,02	3	0,03	0,05

* Складено автором за матеріалами БУВР р. Тиса

** – 2007–2014 рр.

Додаток К 1

Середній багаторічний вміст заліза загального (Fe_{заг.}) та марганцю (Mn) у водах річок Біла Тиса та Чорна Тиса за період 2007–2011 рр., мг/дм³ *

Річка – пункт	Сезон	Fe _{заг.}	Mn
р. Біла Тиса – с. Розтоки	Весна	0,16	0,021
	Літо	0,26	0,015
	Осінь	0,19	0,033
	Зима	0,17	0,022*
р. Чорна Тиса – с. Білин	Весна	0,18	0,025
	Літо	0,23	0,019
	Осінь	0,19	0,015
	Зима	0,29	0,019

* Складено автором за матеріалами Закарпатської ДЕІ

Додаток К 2

Середні багаторічні концентрації важких металів у водах річок Тиса та Шопурка за період 2007–2018 рр., мг/дм³ *

Річка – пункт	Сезон	Cu	Zn	Fe _{заг.}	Mn	Cr _{заг.}
р. Тиса – м. Рахів (АГС)	Весна	0,004	0,005	0,26	0,07	0,001
	Літо	0,006	0,004	0,45	0,09	0,001
	Осінь	0,005	0,006	0,22	0,07	0,001
	Зима	0,004	0,003	0,23	0,08	0,001
р. Тиса – м. Рахів (КОС)	Весна	0,005	0,007	0,31	0,11	0,001
	Літо	0,015	0,009	0,5	0,08	0,001
	Осінь	0,006	0,01	0,29	0,15	0,001
	Зима	0,005	0,004	0,3	0,08	0,001
р. Тиса – с. Ділове**	Весна	0,005	0,01	0,31	0,07	0,001
	Літо	0,004	0,006	0,56	0,09	0,001
	Осінь	0,005	0,01	0,23	0,07	0,001
	Зима	0,005	0,013	0,27	0,08	0,001
р. Тиса – смт Великий Бичків	Весна	0,005	0,008	0,31	0,09	0,001
	Літо	0,009	0,011	0,49	0,09	0,001
	Осінь	0,006	0,013	0,25	0,09	0,001
	Зима	0,005	0,008	0,23	0,07	0,001
р. Шопурка – смт Великий Бичків	Весна	0,004	0,005	0,22	0,07	0,001
	Літо	0,015	0,01	0,18	0,06	0,001
	Осінь	0,006	0,006	0,18	0,06	0,001
	Зима	0,005	0,004	0,26	0,07	0,001

* Складено автором за матеріалами БУВР р. Тиса

** – 2007–2014 рр.

Додаток Л 1

**Середні багаторічні концентрації АПАР у водах річок Біла Тиса та
Чорна Тиса за період 2008–2011 рр., мг/дм³ ***

Річка – пункт	Сезон	АПАР
р. Біла Тиса – с. Розтоки	Весна	0,012
	Літо	0,016
	Осінь	0,014
	Зима	0,01
р. Чорна Тиса – с. Білин	Весна	0,01
	Літо	0,01
	Осінь	0,011
	Зима	0,011

* Складено автором за матеріалами Закарпатської ДЕІ

Додаток Л 2

**Середні багаторічні концентрації АПАР та нафтопродуктів у водах
річок Тиса та Шопурка за період 2007–2018 рр., мг/дм³ ***

Річка – пункт	Сезон	АПАР	Нафтопродукти
р. Тиса – м. Рахів (АГС)	Весна	0,004	0,01
	Літо	0,004	0,01
	Осінь	0,004	0,01
	Зима	0,003	0,01
р. Тиса – м. Рахів (КОС)	Весна	0,007	0,01
	Літо	0,005	0,01
	Осінь	0,006	0,01
	Зима	0,005	0,01
р. Тиса – с. Ділове**	Весна	0,004	0,01
	Літо	0,003	0,01
	Осінь	0,003	0,01
	Зима	0,004	0,01
р. Тиса – с.мт Великий Бичків	Весна	0,004	0,01
	Літо	0,004	0,01
	Осінь	0,004	0,01
	Зима	0,004	0,01
р. Шопурка – с.мт Великий Бичків	Весна	0,003	0,01
	Літо	0,003	0,01
	Осінь	0,003	0,01
	Зима	0,004	0,01

* Складено автором за матеріалами БУВР р. Тиса

** – 2007–2014 рр.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Лета В. В. Гідроекологічний стан річки Шопурка Рахівського району Закарпатської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 2. С. 91–96.
2. Хільчевський В. К., Лета В. В. Комплексна оцінка якості води р. Чорна Тиса. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 3. С. 50–56. *(Особистий внесок здобувача – проведено польові дослідження, проаналізовано гідрохімічні показники якості вод)*
3. Лета В. В. Гідрохімічний стан річки Тиса на ділянці українсько–румунського кордону. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т. 1. С. 95–104.
4. Хільчевський В. К., Лета В. В. Оцінка якості води річки Біла Тиса. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т. 4. С. 57–66. *(Особистий внесок здобувача – проведено польові дослідження, проаналізовано гідрохімічні показники якості вод)*
5. Лета В. В., Пилипович О. В. Аналіз сезонної мінливості гідрохімічного складу вод річки Косівська за період 2017–2018 рр. *Фізична географія та геоморфологія*. 2019. Вип. 95 (3). С. 26–35. *(Особистий внесок здобувача – проведено польові дослідження, проаналізовано гідрохімічні показники якості вод)*
6. Leta, V., Pylypovych, O., & Mykitchak, T. (2019). Hydro–ecological investigation of the Lazeshchyna River in Transcarpathian region of Ukraine. *Forum geografic*. XVIII (2). P. 115–123. doi:10.5775/fg.2019.024.d *(Особистий внесок здобувача – проведено польові дослідження, проаналізовано гідрохімічні показники якості вод)*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Лета В. В. Стан моніторингової системи в Закарпатській області. *Актуальні питання сучасної науки*. Матеріали IV міжнародної науково–практичної конференції (м. Одеса, 03–04 червня 2016 р.). Херсон : Видавничий дім «Гельветика», Одеса. 2016. С. 28–31.

8. Лета В. В. Аналіз показників, що визначають якість вод річок на території Рахівського району. *Проблеми та перспективи сучасної науки та освіти*. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 15–16 серпня 2020 року. Львів : Львівський науковий форум, 2020. С. 8–10.
9. Лета В. В. Інтегральна оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Тиса у м. Рахів. *Проблеми розвитку науки в контексті трансформацій суспільства*. Матеріали II науково-практичної конференції (м. Хмельницький, 28-29 серпня 2020 р.). Херсон : Видавництво «Молодий вчений», 2020. С. 30–33.
10. Лета Василь, Пилипович Ольга. Аналіз антропогенного навантаження на басейн річки Тиса в межах Рахівського району Закарпатської області. *Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи*. Матеріали міжнародної науково-практичної онлайн-конференції (Україна, м. Львів, 1–3 жовтня 2020 р.). Львів : Простір–М, 2020. С. 165–170. (*Особистий внесок здобувача – на основі власних польових досліджень басейну річки Тиса встановлено основні чинники антропогенного впливу на гідроекологічні стани басейну Тиси в межах Рахівського району*)

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

11. Лета В. В. Гідрохімічна оцінка якості вод річок Чорна Тиса та Біла Тиса. *Інноваційний розвиток науки нового тисячоліття*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Ужгород, 21–22 квітня 2017 року). У 3-х частинах. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2017. Ч. 1. С. 155–159.
12. Vasyl Leta, Liubov Senyk. Monitoring of the hydrochemical regime of surface waters of the Tisza river basin within the Rakhiv district of Transcarpathian region: retrospective and perspective analysis of the network. *Environmental safety of the Carpathian euroregion*. International scientific-practical conference (Uzhhorod, May 13–15, 2020). P. 31–32. (*Особистий внесок здобувача – проаналізовано мережу гідрохімічного моніторингу вод у межах Рахівського району, визначено ряд недоліків та проблем у системі моніторингу, запропоновано шляхи оптимізації та розвитку моніторингової мережі*)

Додаток Н 1

Акт впровадження результатів дослідження



ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
БАСЕЙНОВЕ УПРАВЛІННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧКИ ТИСА

Слов'янська набережна, 5, м. Ужгород, 88018, тел./факс: (0312) 61-28-53, 61-27-85
 E-mail: office@buvrtysa.gov.ua, сайт: buvrtysa.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 01037057

від А.В. М. 2020р. № 01-13/1540

На № 8/м від А.В. М. Лєтєв

Провідному фахівцю кафедри
 фізичної географії та раціонального
 природокористування
 географічного факультету
 ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Щодо наукових досліджень

Лєтє Василю Васильовичу

Басейнове управління водних ресурсів річки Тиса в межах компетенції та повноважень інформує, що управлінням проведено заходи щодо впровадження в роботу результатів наукових досліджень провідного фахівця кафедри фізичної географії та раціонального природокористування географічного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет» Лєтє Василя Васильовича на тему «Гідроекологічні стани басейну Тиси в межах Рахівського району» з метою оцінки природних та антропогенних чинників впливу на якість поверхневих вод річки Тиса та її допливів; оптимізації мережі пунктів моніторингу якості поверхневих вод у межах Рахівського району; підготовки програм природоохоронних заходів, спрямованих на зменшення забруднення вод річки Тиса для органів місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій.

Заступник начальника

Едуард Осейський

Гогтра Тетяна, 61-28-53

Додаток Н 2



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

88000 м. Ужгород, вул. Університетська, 14

Телефон/факс факультету – (03122) 64-63-54
e-mail: f-geo@uzhnu.edu.ua

28 06.2021 2021р. № 89

ДОВІДКА

про впровадження теоретичних і практичних положень дисертаційного дослідження Лети Василя Васильовича на тему: «Гідроекологічні стани басейну Тиси в межах Рахівського району» на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук зі спеціальності 11.00.11 – конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів.

Результати дисертаційного дослідження Лети Василя Васильовича на тему: «Гідроекологічні стани басейну Тиси в межах Рахівського району» використовуються у навчальному процесі кафедри фізичної географії та раціонального природокористування під час викладання дисциплін: «Основи моніторингу», «Основи моніторингу довкілля», «Основи картографії», «Конструктивна географія» для студентів спеціальностей 014 «Середня освіта. Географія», 103 «Науки про Землю. Природнича географія» та 106 «Географія».

Декан
географічного факультету

доц. Калинич І.В.