

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КАПУСТА ТАРАС ЯРОСЛАВОВИЧ

УДК 556.5+504+628.1(1-3)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ТА ГІДРОХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
РІЧКОВО-БАСЕЙНОВИХ СИСТЕМ (ПРИТОК ДНІСТРА)
ТЕРНОПІЛЬЩИНИ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

103 Науки про Землю

10 Природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

Тарас Капуста Автор цифрового підпису Тарас
Капуста
Дата: 2024.12.16 14:20:50 +02'00' Т.Я. Капуста

Науковий керівник Сивий Мирослав Якович, доктор географічних наук,
професор

Тернопіль – 2024

АНОТАЦІЯ

Кануста Т.Я. Гідроекологічні та гідрохімічні характеристики річково-басейнових систем (приток Дністра) Тернопільщини в умовах техногенного навантаження. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 103 «Науки про Землю». – Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Тернопіль, 2024.

У дисертації виконана оцінка гідроекологічних та гідрохімічних характеристик річково-басейнових систем (РБС) приток Дністра Тернопільщини в умовах техногенного навантаження. Актуальність дослідження обумовлюється його науковим і практичним значенням. Переважну частину місцевих водних ресурсів на Тернопільщині формують річково-басейнові системи (притоки Дністра), що займають 82 % від площі області. При цьому зміни складових водно-теплогового балансу, що є наслідком кліматичних змін на території регіону, обумовили посилення нерівномірності внутрішньорічного розподілу стоку води подільських приток Дністра, що проявляється у зростанні ймовірності формування дощових паводків, з одного боку, та ймовірності настання тривалих періодів гідрологічної посухи (маловоддя) – з іншого.

Разом із зменшенням водності річок Тернопільської області має місце погіршення якості річкових вод. Головними джерелами їх забруднення є, стічні води комунальних, промислових та сільськогосподарських підприємств. Однією з причин такої ситуації є незадовільне використання наявних очисних споруд, їх перевантаженість чи взагалі – відсутність. Значним джерелом забруднення річкових вод є сільсько-господарська діяльність. Разом із поверхневим стоком до річкової мережі з сільськогосподарських угідь надходять органічні та біогенні речовини, залишки добрив й пестицидів. Вони викликають інтенсивне цвітіння води,

евтрофікацію водних об'єктів, призводять до порушення процесів самоочищення.

Метою дисертаційного дослідження є оцінка гідроекологічних та гідрохімічних характеристик річково-басейнових систем (приток Дністра) Тернопільщини в умовах техногенного навантаження.

Об'єктом дослідження є річково-басейнові системи приток Дністра в межах Тернопільської області.

Предметом дослідження є характеристики гідроекологічного та гідрохімічного режиму річок регіону в умовах техногенного навантаження.

Розглянуто теоретичні та методичні засади досліджень річково-басейнових систем. Визначено головні причини, що зумовили активізацію досліджень за тематикою дисертації: посилення антропогенного навантаження на басейни річок та їх русла; погіршення якості водних ресурсів та їх гідроекологічного стану річок; формування високих паводків та низької межени внаслідок з одного боку глобальних і регіональних змін клімату, з іншого – надмірного антропогенного навантаження на РБС.

Проведено аналіз природних умов і техногенного навантаження в межах річково-басейнових систем регіону досліджень. За останні роки в області відбулася стабілізація використання питної води для населення і господарства. Практично 99 % всієї води використовується для задоволення побутово-питних та санітарно-гігієнічних потреб населення та виробничих потреб. Три чверті земель (76,2 %) Тернопільщини займають сільськогосподарські угіддя, значна їх частина (61,8 %) розорана, тому басейни річок перебувають під суттєвим антропогенним навантаженням.

Важливим чинником техногенного навантаження на стік річок регіону є ступінь його зарегулювання штучними водоймами – водосховищами та ставками. На річках – притоках Дністра в межах Тернопільської області функціонує 24 водосховища та 676 ставків, з яких значна їх частина, особливо на малих річках, перебуває у незадовільному санітарно-технічному стані.

Головні ліві притоки Дністра (на Тернопільщині рр. Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Нічлава, Збруч) своїми руслами розчленовують Подільське. Ліві притоки Дністра в межах області характеризуються щорічним весняним водопіллям (повінню), низькою літньо-осінньою меженню з окремими дощовими паводками, низькою зимовою меженню, яка під час відлиг може перериватися підняттям рівнів води.

Головним напрямом дослідження РБС (приток Дністра) Тернопільщини є вивчення їхнього стану та динаміки. Вивчення функціонування річково-басейнових систем регіону здійснено на основі просторово-часового аналізу характеристик водного режиму (їх багаторічні коливання, внутрішньорічний розподіл) та параметрів гідрохімічного режиму. Для виявлення циклічності багаторічних коливань стоку річок регіону було застосовано метод побудови різницевих інтегральних кривих; визначення внутрішньорічного розподілу стоку річок Тернопільщини проводилося нами за допомогою методу реального року.

Для оцінки багаторічних коливань стоку води (середньорічного, максимального та мінімального) використано дані спостережень за стоком води на 11 гідрологічних постах лівобережжя Дністра за наявний період спостережень до 2020 року, включно. Коливання середнього річного стоку досліджуваних річок є синхронними. З 2012 року на річках басейну розпочалася маловодна фаза стоку. Зазначений період також характеризується тенденцією до зниження максимального стоку весняного водопілля, мінімального стоку зимового періоду та періоду відкритого русла.

Сучасний внутрішньорічний розподіл стоку подільських приток басейну Дністра характеризується зменшенням об'єму стоку весняного водопілля, що пов'язано з підвищенням температури повітря в період формування снігозапасів та зменшенням кількості опадів взимку та збільшенням стоку літньо-осінньої та зимової межени від об'єму річного стоку між досліджуваними періодами.

Гідроекологічна оцінка якості води річок Тернопільщини (приток Дністра) проводилася відповідно до характерних для річок басейну основних гідрологічних сезонів: весняного водопілля (повені), літньо-осінньої межені та зимової межені. Хімічний склад води та гідрохімічний режим лівобережних приток Дністра досліджено за вмістом головних іонів, фізико-хімічними показниками, біогенними речовинами, мікроелементами та специфічними забруднювальними речовинами на основі бази даних системи моніторингу вод Держводагентства України (1993–2020 рр.). Гідрохімічний режим річок чіткіше проявляється для головних іонів і в цілому пов'язаний з гідрологічним режимом. Мінімальні концентрації головних іонів та значення мінералізації води досліджуваних річок спостерігаються під час літньо-осінньої межені, що пояснюється випадінням значної кількості атмосферних опадів, відповідно наявністю паводків у цей період, які сприяють розбавленню. Взимку спостерігаються максимуми цих показників. Гідрохімічний режим для біогенних речовин, мікроелементів і специфічних забруднювальних речовин виражений слабше [116].

Оцінка якості води досліджуваних річок здійснена автором шляхом аналізу всіх багаторічних рядів спостережень з використанням «Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення» (2022 р.)

Проведено аналіз програм державного та регіонального рівня щодо поліпшення якості води річок Тернопільської області, що виконувалися від початку 2000-х років, та проекту Плану управління районом річкового басейну Дністра 2025–2030.

Переважаюча частина Програм державного та регіонального (обласного) рівня, спрямованих на покращення гідроекологічного стану річково-басейнових систем лівих приток Дністра в межах Тернопільської області була виконана лише частково через брак фінансування.

Найкращий рівень фінансування та, відповідно, реалізації мали інвестиційні проекти, спрямовані на покращення гідроекологічного стану

річок басейну Дністра в межах Тернопільської області, що виконувалися за кошти іноземних та вітчизняних інвесторів. Переважно такі проекти спрямовані на реконструкцію або будівництво каналізаційно-очисних споруд (КОС) окремих населених пунктів.

План управління районом річкового басейну Дністра (ПУРБ Дністра) містить перелік програм (планів) заходів для району річкового басейну, їх зміст та проблеми, які передбачено розв'язати. Всього до плану заходів ПУРБ Дністра запропоновано 197 основних заходів (28 з них стосуються території басейну в межах Тернопільської області).

Основною причиною забруднення водних об'єктів області органічними, біогенними та небезпечними речовинами є недостатній ступінь очищення міських та промислових стічних вод або взагалі відсутність їх очистки. Тому серед переліку заходів, передбачених планом управління районом річкового басейну Дністра для території Тернопільської області, 93 % спрямовані на зменшення забруднення водних об'єктів органічними, біогенними та небезпечними речовинами від каналізаційних очисних споруд (КОС) урбанізованих територій та промислових підприємств.

Ключові слова: річково-басейнові системи, притоки Дністра, гідрологічний та гідрохімічний режим, внутрішньорічний розподіл стоку, гідроекологічний стан, план управління.

ABSTRACT

Kapusta T.Ya. Hydroecological and hydrochemical characteristics of river-basin systems (tributary of the Dniester) of Ternopil Oblast under man-made load conditions. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 103 "Earth Sciences". – Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ternopil, 2024.

The dissertation evaluates the hydroecological and hydrochemical characteristics of the river-basin systems (RBS) of the tributaries of the Dniester in Ternopil Oblast under man-made load conditions. The relevance of the research is determined by its scientific and practical significance. The majority of local water resources in Ternopil Oblast are formed by river-basin systems (tributaries of the Dniester), which occupy 82% of the region's area. At the same time, changes in the components of the water-heat balance, which are a consequence of climatic changes in the territory of the region, caused an increase in the unevenness of the intra-annual distribution of the water flow of the Podil tributaries of the Dniester, which is manifested in the increase in the probability of the formation of rain floods, on the one hand, and the probability of the onset of long periods of hydrological drought (low water) - on the other hand.

Along with the decrease in the water content of the rivers of the Ternopil region, there is a deterioration in the quality of river waters. The main sources of their pollution are wastewater from communal, industrial and agricultural enterprises. One of the reasons for such a situation is the unsatisfactory use of existing sewage treatment facilities, their overloading or their absence at all. Agricultural activity is a significant source of river water pollution. Along with surface runoff, organic and biogenic substances, residues of fertilizers and pesticides enter the river network from agricultural lands. They cause intense flowering of water, eutrophication of water bodies, lead to disruption of self-cleaning processes.

The aim of the dissertation research is to assess the hydroecological and hydrochemical characteristics of river-basin systems (the tributary of the Dniester) in Ternopil Oblast under man-made load conditions.

The object of the study is the river-basin systems of the Dniester tributaries within the Ternopil region.

The subject of the study is the characteristics of the hydroecological and hydrochemical regime of the region's rivers under conditions of technogenic loading.

The theoretical and methodical foundations of river-basin systems research are considered. The main reasons that led to the intensification of research on the subject of the dissertation were identified: increased anthropogenic load on river basins and their channels; deterioration of the quality of water resources and their hydro-ecological condition of rivers; the formation of high floods and low floodplains as a result of global and regional climate changes on the one hand, and excessive anthropogenic load on the RBS on the other.

The analysis of natural conditions and man-made load within the river basin systems of the research region was carried out. In recent years, the use of drinking water for the population and the economy has stabilized in the region. Practically 99% of all water is used to meet the domestic, drinking, sanitary and hygienic needs of the population and industrial needs. Three-quarters of the land (76.2%) of the Ternopil Oblast is occupied by agricultural land, a large part of it (61.8%) is plowed, therefore the river basins are under significant anthropogenic load.

An important factor in the man-made load on the flow of rivers in the region is the degree of its regulation by artificial reservoirs - reservoirs and ponds. There are 24 reservoirs and 676 ponds operating on the rivers - tributaries of the Dniester within Ternopil region, of which a significant part, especially on small rivers, is in an unsatisfactory sanitary and technical condition.

The main left tributaries of the Dniester (Zolota Lypa, Koropets, Strypa, Seret, Nichlava, Zbruch in Ternopil Oblast) dismember Podilske with their channels. The left tributaries of the Dniester within the region are characterized by

an annual spring flood (flood), a low summer-autumn water level with separate rain floods, and a low winter water level, which during thaws can be interrupted by rising water levels.

The main direction of research of the RBS (tributary of the Dniester) of Ternopil Oblast is the study of their condition and dynamics. The study of the functioning of the river basin systems of the region was carried out on the basis of a spatio-temporal analysis of the characteristics of the water regime (their long-term fluctuations, intra-annual distribution) and parameters of the hydrochemical regime. The method of constructing difference integral curves was used to identify the cyclicity of long-term fluctuations in river flow in the region; determination of the intra-annual flow distribution of the rivers of Ternopil Oblast was carried out by us using the real year method.

To assess the long-term fluctuations of water flow (average, maximum and minimum), the data of water flow observations at 11 hydrological stations of the left bank of the Dniester for the available observation period until 2020, inclusive, were used. Fluctuations of the average annual flow of the studied rivers are synchronous. Since 2012, the low-water phase of the flow began on the rivers of the basin. The specified period is also characterized by a tendency towards a decrease in the maximum runoff of spring irrigation, the minimum runoff of the winter period and the period of the open channel.

The modern intra-annual flow distribution of the Podil tributaries of the Dniester basin is characterized by a decrease in the volume of runoff from spring irrigation, which is associated with an increase in air temperature during the period of snow accumulation and a decrease in the amount of precipitation in winter, and an increase in the flow of the summer-autumn and winter boundary from the volume of annual flow between studied periods.

Hydroecological assessment of the water quality of the rivers of Ternopil Oblast (tributary of the Dniester) was carried out in accordance with the main hydrological seasons characteristic of the rivers of the basin: spring flood (flood), summer-autumn low tide and winter low tide. The chemical composition of the

water and the hydrochemical regime of the left-bank tributaries of the Dniester were studied according to the content of the main ions, physicochemical parameters, biogenic substances, microelements and specific pollutants based on the database of the water monitoring system of the State Water Agency of Ukraine (1993–2020). The hydrochemical regime of rivers is more clearly manifested for the main ions and is generally related to the hydrological regime. The minimum concentrations of the main ions and the value of mineralization of the water of the studied rivers are observed during the summer-autumn border, which is explained by the precipitation of a significant amount of atmospheric precipitation, respectively, the presence of floods during this period, which contribute to dilution. The maximum of these indicators is observed in winter. The hydrochemical regime for biogenic substances, trace elements, and specific pollutants is less pronounced [116].

The author evaluated the water quality of the studied rivers by analyzing all long-term series of observations using the "Hygienic water quality standards of water bodies to meet drinking, household and other needs of the population" (2022)

An analysis of state and regional level programs to improve the water quality of the rivers of the Ternopil region, implemented since the beginning of the 2000s, and the project of the Dniester River Basin District Management Plan 2025–2030 was carried out.

The majority of State and regional (regional) level programs aimed at improving the hydro-ecological condition of the river basin systems of the left tributaries of the Dniester within Ternopil region were only partially implemented due to lack of funding.

Investment projects aimed at improving the hydro-ecological condition of the rivers of the Dniester basin within Ternopil Oblast, which were financed by foreign and domestic investors, had the best level of financing and, accordingly, implementation. Mostly, such projects are aimed at the reconstruction or construction of sewage treatment facilities (WTP) in individual settlements.

The Management Plan of the Dniester River Basin District (PURB Dniester) contains a list of programs (plans) of measures for the river basin district, their content and problems to be resolved. A total of 197 main measures are proposed for the plan of measures of the Dniester PURB (28 of them concern the territory of the basin within Ternopil Oblast).

The main reason for the contamination of water bodies of the region with organic, biogenic and dangerous substances is the insufficient degree of purification of urban and industrial wastewater or the lack of purification at all. Therefore, among the list of measures provided for in the management plan for the Dniester river basin area for the territory of the Ternopil region, 93% are aimed at reducing the pollution of water bodies by organic, biogenic and hazardous substances from sewage treatment plants (STPs) of urbanized areas and industrial enterprises.

Key words: river-basin systems, tributaries of the Dniester, hydrological and hydrochemical regime, internal flow distribution, hydroecological station, management plan.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

1. **Капуста Т.Я.**, Сивий М.Я., Бицюра Л.О. Аналіз стану вивченості річок басейну Дністра в межах Тернопільщини. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. № 4(66). С. 68-80. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2022.4.8>. (Особистий внесок автора – збір та аналіз першоджерел, аналіз моніторингових даних)

2. Хільчевський В.К., **Капуста Т.Я.**, Бицюра Л.О. Характеристика хімічного складу води та гідрохімічного режиму лівобережних приток Дністра в межах Тернопільської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2023. № 3(69). С. 30-50. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.3.3> (Особистий внесок автора – збір та обробка вихідних даних, розрахунки та аналіз результатів)

3. Khilchevskiy, V., **Kapusta, T.**, Sherstyuk, N., & Zabokrytska, M. Hydrochemical characteristics of left-bank tributaries of the Dniester within Ternopil Oblast. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2024. 33(1), P. 88-99. URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112410> (*Web of Science*) (Особистий внесок автора – розрахунки, узагальнення та аналіз результатів)

4. Ботьбот Г.В., **Капуста Т.Я.** Аналіз внутрішньорічного розподілу стоку води лівобережних приток Дністра в межах Тернопільської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2024. № 1(71). С. 40-49. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.1.4> (Особистий внесок автора – збір та обробка вихідних даних, розрахунки та аналіз результатів для річок басейну)

5. **Капуста Т.Я.** Оптимізація гідроекологічного стану річково-басейнових систем Тернопільської області: сучасність та перспективи. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2024. № 2(72). С. 42-56. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.2.4>

6. Bytsyura L., *Kapusta T.* Issue of transformation of water use in Ukraine. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія Географія.* Тернопіль: Тайп. 2022. Вип. 2. (53). С. 124-128. URL: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.22.2.16>.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Bolbot H., *Kapusta T.* Intra-annual runoff distribution of the Podolia tributaries of the Dniester River by separate water periods. *XVII International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”, 7–10 November 2023.* Kyiv. Ukraine. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520208> (Scopus) (Особистий внесок автора – розрахунки, узагальнення та аналіз результатів)

8. *Капушта Т.* Багаторічні коливання максимального та мінімального стоку води лівобережних приток Дністра. *Науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» 22–23 березня 2024 р. : збірник тез, Київ, УкрГМІ, С. 36-39.*

9. Спосіб аерації водойми: пат. 156045 Україна: С02F 3/00 С02F 7/00. № и 2023 05428: заявл. 13.11.2023; опубл. 02.05.2024, Бюл. № 18. 172 с.

Список праць, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації та наукові праці, що засвідчують апробацію результатів роботи, представлено у додатках Б і В.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	16
Розділ 1	
ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕНЬ РІЧКОВО- БАСЕЙНОВИХ СИСТЕМ	21
1.1 Аналіз стану вивченості річково-басейнових систем Тернопільщини	21
1.2 Існуючі підходи до вивчення річкових систем	31
1.3 Методика досліджень	37
Висновки до розділу 1.....	45
Розділ 2	
ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ І ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ В МЕЖАХ РІЧКОВО-БАСЕЙНОВИХ СИСТЕМ РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ	48
2.1 Геологічна будова та рельєф	48
2.2 Гідрогеологічні умови	53
2.3 Ґрунти та рослинний покрив	56
2.4 Кліматичні умови.....	59
2.5 Техногенне навантаження	63
Висновки до розділу 2	67
Розділ 3	
АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНОГО РЕЖИМУ РІЧОК (ПРИТОК ДНІСТРА) ТЕРНОПІЛЬЩИНИ	69
3.1 Характеристика гідрографічної мережі	69
3.2 Багаторічні коливання стоку річок	75
3.3 Внутрішньорічний розподіл стоку.....	82
3.4 Вплив техногенного навантаження на стік річок	86
Висновки до розділу 3	92

Розділ 4

ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК РЕГІОНУ ТА ОСНОВНІ ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	95
4.1 Загальні умови формування гідрохімічного режиму.....	95
4.2 Головні іони та мінералізація води.....	97
4.3 Фізико-хімічні показники води.....	103
4.4 Біогенні речовини.....	106
4.5 Мікроелементи	110
4.6 Специфічні забруднювальні речовини	114
Висновки до розділу 4.....	116

Розділ 5

МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКОВО-БАСЕЙНОВИХ СИСТЕМ ТЕРНОПІЛЬЩИНИ	119
5.1 Аналіз програм державного та регіонального рівня щодо поліпшення якості води річок Тернопільської області	119
5.2 Річково-басейнові системи регіону в проекті Плану управління районом річкового басейну Дністра	131
5.2.1 Заходи покращення гідроекологічної ситуації в руслах річок регіону.....	134
5.2.2 Комплекс заходів щодо оптимізації екологічної ситуації на водозборах річок	136
Висновки до розділу 5.....	137
ВИСНОВКИ	140
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	145
Додаток А	163
Додаток Б	172
Додаток В	174

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Річково-басейнові системи (притоки Дністра) Тернопільщини займають 82 % від площі області. Вони формують переважну частину місцевих водних ресурсів.

Внаслідок кліматичних змін відбуваються зміни і у складових водно-теплогового балансу, що підсилює нерівномірності у внутрішньорічному розподілі стоку води лівих приток Дністра, що проявляється у зростанні ймовірності формування дощових паводків, з одного боку, та ймовірності настання тривалих періодів гідрологічної посухи (маловоддя) – з іншого.

Разом із зменшенням водності річок Тернопільської області має місце погіршення якості річкових вод. Головними джерелами їх забруднення є, стічні води комунальних, промислових та сільськогосподарських підприємств. Однією з причин такої ситуації є незадовільне використання наявних очисних споруд, їх перевантаженість чи взагалі – відсутність. Значним джерелом забруднення річкових вод є сільсько-господарська діяльність. Разом із поверхневим стоком до річкової мережі з сільськогосподарських угідь надходять органічні та біогенні речовини, залишки добрив й пестицидів. Вони викликають інтенсивне цвітіння води, евтрофікацію водних об'єктів, призводять до порушення процесів самоочищення [24].

Саме тому дослідження гідроекологічних та гідрохімічних характеристик річково-басейнових систем (приток Дністра) Тернопільщини в умовах техногенного навантаження набувають все більшої актуальності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Результати дисертації отримано у рамках виконання науково-дослідної тематики кафедри географії та методики її навчання географічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, зокрема НДР «Географія регіону: особливості природи, соціально-економічного розвитку та раціонального

природокористування (на прикладі Тернопільської області)» (№ державної реєстрації 0123U102189). Окремі завдання дослідження реалізовано в рамках підготовки «Плану управління річковим басейном Дністра 2025–2030» Держводагентством України та Регіональним офісом водних ресурсів у Тернопільській області.

Метою дисертаційного дослідження є оцінка гідроекологічних та гідрохімічних характеристик річково-басейнових систем (приток Дністра) Тернопільщини в умовах техногенного навантаження.

Для досягнення вказаної мети були сформульовані такі **завдання**:

- проаналізувати результати попередніх досліджень інших авторів та опрацювати методичну літературу для вибору методів дослідження;
- провести збір та первинний аналіз статистичної інформації, даних моніторингових спостережень;
- оцінити природні умови і техногенне навантаження в межах річково-басейнових систем регіону досліджень;
- провести аналіз характеристик водного режиму річок;
- оцінити гідрохімічний режим та основні гідроекологічні показники річок;
- проаналізувати шляхи оптимізації гідроекологічного стану річково-басейнових систем Тернопільщини.

Об'єктом дослідження є річково-басейнові системи приток Дністра в межах Тернопільської області.

Предметом дослідження є характеристики гідроекологічного та гідрохімічного режиму річок регіону в умовах техногенного навантаження.

Методи дослідження. У роботі використано загальнонаукові (історичний, системний, аналізу та синтезу, узагальнення інформації) методи; статистичні та гідролого-генетичні методи для аналізу циклічних багаторічних коливань стоку та внутрішньорічного його розподілу; методи аналізу та інтерпретації гідрохімічної інформації; описовий та картографічний методи.

Наукова новизна отриманих результатів. Новизна отриманих результатів полягає в такому:

Вперше:

- оцінено багаторічні коливання характеристик середнього річного, максимального та мінімального стоку річок – приток Дністра в межах Тернопільської області з виділенням меж сучасного маловодного періоду;

- здійснено аналіз залежності внутрішньорічного розподілу стоку річок регіону від виділених фаз водності;

- визначено особливості просторового та часового (внутрішньорічного) розподілу концентрацій головних іонів, значень мінералізації води, вмісту біогенних речовин, мікроелементів і специфічних забруднювальних речовин у воді досліджуваних річок;

- проведено оцінювання якості води річок регіону шляхом аналізу рядів спостережень з використанням гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів;

- проаналізовано перелік заходів, передбачених Планом управління районом річкового басейну Дністра для території Тернопільської області та оцінено рівень їхньої економічної ефективності.

Удосконалено:

- методи оцінювання впливу фаз водності на внутрішньорічний розподіл стоку річок;

- методи оцінювання якості води річок.

Отримали подальший розвиток:

- підходи щодо дослідження просторово-часових закономірностей характеристик стоку річок;

- басейновий підхід до оцінки гідрологічних, гідрохімічних та гідроекологічних характеристик.

Практичне значення отриманих результатів. Наукові результати дисертаційного дослідження можуть застосовуватися для вирішення ряду наукових та практичних задач гідроекології та управління водними

ресурсами Тернопільської області. Зокрема, при отриманні суб'єктами господарювання дозволів на спеціальне водокористування, аналізі інформації державного обліку водокористування, виборі місць розташування пунктів моніторингу поверхневих вод області, планування заходів захисту від шкідливої дії вод. Отримані результати можуть бути використані Регіональним офісом водних ресурсів у Тернопільській області при виконанні першого етапу «Плану управління районом річкового басейну Дністра 2025–2030 рр.». Результати дослідження використовуються під час викладання низки дисциплін при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальністю 103 «Науки про Землю» на географічному факультеті Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаним дослідженням. Автор дисертації особисто здійснив підбір та аналіз літературних джерел за тематикою дослідження; провів збір та первинний аналіз статистичної інформації, даних моніторингових спостережень; здійснив оцінку природних умов і техногенного навантаження в межах річково-басейнових систем регіону; провів аналіз характеристик водного режиму річок; оцінив гідрохімічний режим та основні гідроекологічні показники водотоків; проаналізував шляхи оптимізації гідроекологічного стану річково-басейнових систем Тернопільщини та визначив ступінь їхньої економічної ефективності.

Спільно з науковим керівником здійснено постановку мети та завдань дослідження, розроблено методологію їх реалізації, інтерпретовано основні отримані результати. Особистий внесок автора у наукових працях, які опубліковані у співавторстві, конкретизовано у списку публікацій.

Апробація матеріалів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи представлені на XVII International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment” (Kyiv, 2023), науково-практичній конференції, присвяченій Всесвітньому

метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» (м. Київ, 2024), Міжнародній науково-практичній конференції «Природничо-географічні дослідження рельєфу, клімату та поверхневих вод: сучасний стан та перспективи розвитку» (м. Київ, 2024), засіданні Басейнової ради Дністра (м. Івано-Франківськ, 2024), наукових семінарах кафедри географії та методики її навчання географічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Публікації. Наукові результати дисертації відображено у 9 наукових працях, з яких: 1 стаття – у фаховому науковому виданні, що входить до міжнародної наукометричної бази даних Web of Science; 5 статей – у фахових періодичних виданнях України; 2 матеріали доповідей наукових конференцій, з них 1 – міжнародної конференції, яка індексується у міжнародній наукометричній базі Scopus; 1 – патент на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, п'яти розділів, загальних висновків, переліку використаних джерел (161 найменувань) та 3 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 175 сторінок, з яких 127 сторінок основного тексту (5,29 а.а.). Робота містить 21 рисунок та 9 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕНЬ РІЧКОВО-БАСЕЙНОВИХ СИСТЕМ

1.1 Аналіз стану вивченості річково-басейнових систем Тернопільщини

Питанню вивченості басейну річки Дністер та басейнам її приток здавна приділялась значна увага.

Розвиток мережі спостережень. Перші чотири водомірні пости на території Верхнього Дністра було відкрито у 1850 році. Поступово впродовж 50–70-х років XIX сторіччя кількість водомірних постів у верхів'ї досягає 11. Протягом 70–90-х років XIX сторіччя розпочинаються спостереження на Середньому та Нижньому Дністрі. В межах сучасної Тернопільської області у 1877 році розпочато спостереження за рівнями води на водомірному посту р. Дністер – м. Заліщики. На початку XX сторіччя Дністер відносять до однієї з найбільш вивчених у відношенні рівневого режиму річок [24]. Спостереження за стоком води на річках басейну починаються дещо пізніше – з 80-х років XIX сторіччя. Зокрема, існуючі довідкові джерела містять інформацію по стоку води на посту р. Дністер – м. Бендери з 1881 року. Хоча у роботі В.М. Лохтіна [64] містяться місячні та річні величини стоку Дністра біля м. Могильов за 1854–1885 роки. З 90-х років XIX сторіччя спостереження за стоком води розпочинаються ще на кількох водомірних постах, розташованих, переважно, у верхній частині басейну. На водомірному посту р. Дністер – м. Заліщики регулярне вимірювання витрат води розпочато від 1895 року.

За даними у [68] в басейні Дністра (на головній річці та її притоках) функціонувало близько сотні водомірних постів на початок Першої світової війни (1914 р.). Однак невдовзі відбулося катастрофічне зменшення кількості постів, погіршення якості отриманих даних через воєнні дії, що охопили

значну частину басейну впродовж 1914–1918 роках. І вже у 1919 році в межах басейну залишилося функціонувати лише 4 водомірні пости, а тому як наслідок маємо втрату значної частини матеріалів спостережень на річках басейну (переважно з австро-угорської частини).

Відновлення роботи мережі почалося в 1920-х роках минулого століття. Спочатку відновили спостереження за постами, які діяли раніше, а потім створили нові. Слід зазначити, що протягом 1920-х років помітно зростає кількість посад вздовж подільських приток Дністра. До 1939 року в басейні, який був поділений між колишнім СРСР, Румунією та Республікою Польща, існувало понад 140 водомірних станцій. Однак початок Другої світової війни та подальші воєнні дії в басейні призвели до закриття більшості постів, залишивши лише неповні дані щодо тих, які на той час діяли. Крім того, було втрачено значну частину матеріалів спостережень з постів, які діяли на польській та румунській ділянках басейну в міжвоєнні роки (1920–1930-ті рр.). Отже, основним обмеженням стаціонарних гідрометричних спостережень у басейні від їх початку до середини ХХ століття є порушення серії спостережень майже на всіх постах.

Після закінчення Другої світової війни спостережна мережа в басейні була відновлена, досягнувши піку свого розвитку наприкінці 1960-х і початку 1970-х років. Загальна кількість гідрологічних станцій, які раніше називалися водомірними станціями, досягла 110. Однак до кінця 1980-х років скорочення мережі спостережень, виправдане під виглядом оптимізації, призвело до помітного зменшення приблизно на 20 % кількості гідрологічних постів. За останні три десятиліття відбулися мінімальні зміни в існуючій мережі спостереження. Станом на 2024 рік на українській ділянці басейну Дністра функціонує 67 гідрологічних постів, на 63 з них ведеться вимірювання витрат води. Крім того, функціонує 27 гідрологічних станцій у молдовській частині басейну та 1 у невеликій польській частині.

Описаний вище сценарій також характерний для гідрологічних станцій, розташованих на лівобережному Подолі басейну Дністра в Тернопільській

області. В різний час на річках регіону працювало близько 20 постів (деякі працюють і нині) – табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік гідрологічних постів та періоди спостережень за рівнями та витратами води на них

№ за/п	Річка	Гідрологічний пост	Наявні матеріали спостережень (роки) за:	
			рівнями води	витратами води
1	Золота Липа	м. Бережани	1940,1941,1945-2020	1940,1941,1945-2020
2	Золота Липа	с. Задарів	1902-11, 1913, 1914, 1925-29, 1940, 1941, 1945-2020	1955-2020
3	Циніївка (Золота Липа)	с. Потугори	1940,1945-76	1953-77
4	Коропець	м. Підгайці	1940,1946-2020	1945-2020
5	Коропець	смт Коропець	1948-2020	1948-2020
6	Коропець	с. Гать	1947-58,1961-69	-
7	Коропець	с. Велика Добрань	1955-69	-
8	Стрипа	х. Каплинці	1945-2020	1945-2020
9	Стрипа	м. Бучач	1963-2020	1912,1913,1923-29, 1963-2020
10	Серет	смт Велика Березовиця	1897-1900,1902-06, 1908-11, 1913, 1920-22, 1924-29, 1940, 1941, 1945-60, 1962-2020	1961-2020
11	Серет	м. Чортків	1940,1941, 1944 -2020	1898-1911, 1913, 1923-29, 1940, 1941, 1944-2020
12	Серет	с. Городище	1945-64	1945-64
13	Гнізна (Серет)	с. Плебанівка	1924-29, 1940, 1941,1944-88	1954-88
14	Нічлава	с. Стрілківці	1945-2020	1955-2020
15	Збруч	м. Волочиськ	1944-2020	1957-2020
16	Збруч	с. Завалля	1972-2020	1971-2020
17	Збруч	Заваллівська ГЕС	-	1960-71
18	Збруч	с. Вітківці	-	1933-43, 1945, 1946,1956-61
19	Гнила (Збруч)	с. Личківці	1946-88	1962-88

У 80–90-х роках ХІХ сторіччя на лівобережних притоках Дністра в межах регіону на річках Золота Липа, Коропець, Стрипа і Серет було організовано вимірювання рівнів води на перших водомірних постах, які відкрито за часів Австро-Угорщини.

Вимірювання витрат води на окремих постах, таких як р. Стрипа (пост Бучач) та р. Серет (пост Чортків), розпочалося від початку ХХ сторіччя. Значна кількість даних спостережень за рівнями води за період до Першої світової війни є втраченою, однак матеріали спостережень за стоком води по постах Бучач (р. Стрипа) і Чортків (р. Серет) збереглися й досі. А також збереглися дані вимірів рівнів води по постах р. Золота Липа – пост Задарів (з 1902 р.) та р. Серет – пост Велика Березовиця (з 1897 р.). Також в міжвоєнний період (1920–1939 рр.), коли територія досліджень перебувала у складі Польської республіки, значну частину даних спостережень не вдалося зберегти. Слід зазначити, що за 1930-ті роки дані спостережень за стоком води, в тому числі і про рівні води, практично відсутні. Винятком є пост Вітківці на р. Збруч, по якому збереглися дані за період 1933–1943 років. З початку 1940-х років частина постів відновила спостереження, однак під час Другої світової війни їх не вдалося залишити без перерв у спостереженнях. Наприкінці 40-х років ХХ сторіччя на притоках Дністра після звільнення території області від німецьких окупантів проводилися роботи з відновлення мережі гідрометричних спостережень та відкриття нових постів. На той час працювало 15 гідрологічних постів. У 1960-х роках організовано вже 18 постів спостереження за стоком води. Саме в цей період функціонувала максимальна кількість вимірювальних гідрологічних постів в межах Тернопільщини. Починаючи з кінця 80-х років минулого сторіччя і до сьогодні кількість постів на подільських притоках Дністра становить 11. По 2 розташовано на річках Золота Липа (м. Бережани, с. Задарів), Коропець (м. Підгайці, смт Коропець), Стрипа (х. Каплинці, м. Бучач), Серет (смт Велика Березовиця, м. Чортків), Збруч (м. Волочиськ, с. Завалля) та 1 пост на р. Нічлава (с. Стрілківці) – див. рис. 1.1.

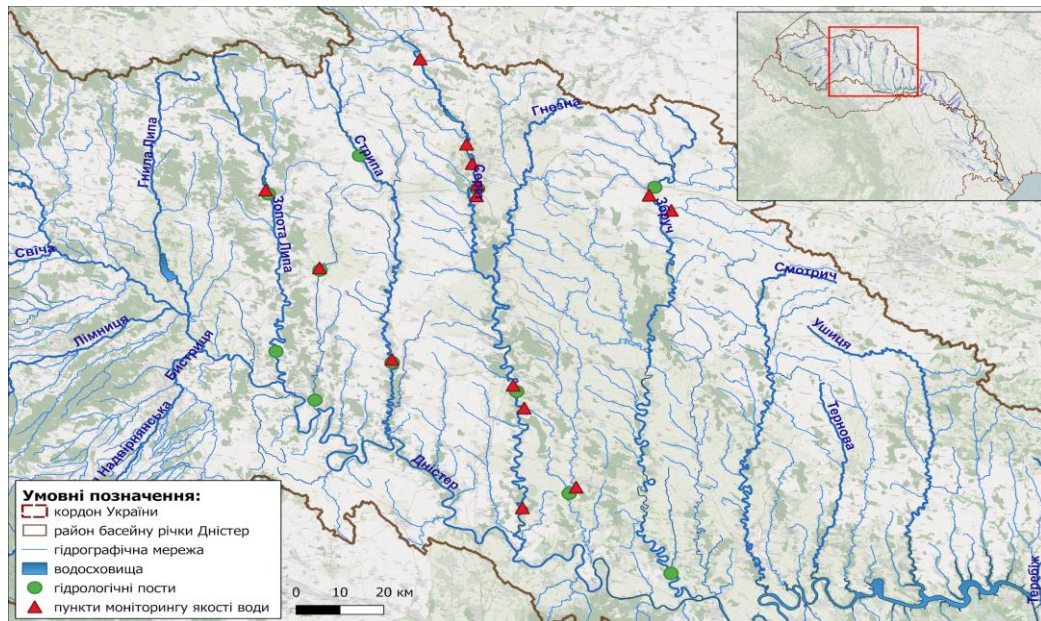


Рисунок 1.1 – Картохема розташування діючих (на 01.01.2024) гідрологічних постів та пунктів моніторингу якості води Держводагентства України на притоках Дністра в межах Тернопільської обл.

Більшість постів охоплюють площу водозбору до 1 тис. км². Лише в створах 2 постів (р. Серет – м. Чортків та р. Збруч – с. Завалля) площа водозбору перевищує 3000 км². Відносно репрезентативності даних спостережень слід зазначити, що практично по всіх діючих постах є перерви у спостереженнях за період до другої половини 40-х років ХХ століття (табл. 1.1).

На рис. 1.1 також відмічена мережа із 14 пунктів моніторингу якості води на річках Тернопільської обл. (станом на 01.01.2024), підпорядкованих Державному агентству водних ресурсів України. Постановою Кабінету Міністрів України № 758 від 19 вересня 2018 року прийнято новий порядок здійснення державного моніторингу вод [84], тому більшість з них було відкрито саме з 2019 року. П'ять пунктів моніторингу, що до цього працювали на річках регіону, розташовані у створах питних водозаборів та мають достатньо довгі періоди спостережень. У табл. 1.2 наведено перелік пунктів моніторингу, які обрані нами для аналізу. З них 4 пункти, що

працювали до 2019 року, мають тривалі та безперервні періоди спостережень [51].

Таблиця 1.2 – Перелік створів моніторингу якості води Держводагентства України, обраних для аналізу, та періоди спостережень на них

№ за/п	Річка	Розміщення моніторингового створу	Призначення водозабору	Період спостережень, роки
1	Золота Липа	м. Бережани	сільськогосподарський	1995-2018
2	Коропець	смт Козова, Козівське водосховище	сільськогосподарський	1994-2018
3	Стрипа	м. Бучач	питний	1999-2020
4	Серет	с. Івачів Горішній, Горішньо-Івачівське водосховище	питний	1995-2020
5	Серет	м. Тернопіль, Тернопільське водосховище	питний	1993-2020
6	Серет	с. Касперівці, Касперівське водосховище	сільськогосподарський	1994-2018
7	Нічлава	м. Борщів	питний	1994-2020
8	Збруч	м. Підволочиськ	питний	1993-2020
9	Збруч	смт Скала-Подільська	технічний	1995-2018

Узагальнюючі праці. Одні з перших монографічних видань і праць енциклопедичного характеру [24, 157], які охарактеризували і узагальнили в собі праці стосовно природних умов басейну, гідрографічної мережі, зокрема і Подільської його частини, з'явилися у середині XIX сторіччя. Відомий гідролог та гідротехнік В.М. Лохтін (упродовж 1884–1892 рр.) наприкінці XIX сторіччя керував роботами з покращення судноплавства на Дністрі. Від середини XIX сторіччя у праці [64] вже містяться дані з узагальнення перших результатів спостережень за водним режимом Дністра та надається детальна гідрографічна схема басейну, а також В.М. Лохтіним пропонуються заходи щодо покращення умов судноплавства.

На кінець 30-х років ХХ сторіччя аналіз мережі спостережень в межах басейну детально описує вивченість його природних умов та господарського використання праця А.П. Доманіцького [24]. Таку тривалу перерву у дослідженнях з узагальнення можна пояснити перебуванням окремих частин басейну Дністра в межах різних країн, таких як Австро-Угорщина, Російська імперія, Румунія, пізніше – у складі колишнього СРСР та Польської республіки.

Напрацювання вчених колишнього Інституту гідрології та гідротехніки АН УРСР оприлюднили відомості щодо гідрографічної мережі басейнів річок – приток Дністра, їх основних морфометричних характеристик, виконали опис особливостей фізико-географічних умов та здійснили узагальнення результатів спостережень на гідрологічних постах [21, 67, 108, 119]. У другій половині 40-х – середині 60-х років ХХ сторіччя Інститут займав провідні позиції у гідрологічних дослідженнях річок України, зокрема і річок басейну Дністра. Наприкінці 1960-х років у праці [74], яка і по сьогодні залишається провідним виданням з питань аналізу кліматичних та фізико-географічних умов формування стоку річок басейну, дослідження параметрів річного стоку річок басейну, внутрішньорічного розподілу їх стоку за сезонами і місяцями, надано аналіз даних спостережень за рівнями води та результатів розрахунку стоку водотоків регіону, що базувалися на рядах спостережень лише за 1965 рік.

У 70–80-х роках ХХ сторіччя опубліковано збірник наукових праць Українського гідрометеорологічного інституту, куди перейшли більшість вчених-гідрологів з Інституту гідрології та гідротехніки АН УРСР після реорганізації. Слід відзначити роботи М.І. Кононенко, М.М. Сусідка, М.Г. Галуценка, А.І. Шерешевського та ін. [24, 58, 59, 104, 105, 120].

Наступні довідкові видання, що виходили наприкінці 80-х – на початку 90-х років ХХ сторіччя [66, 107], містили оновлені для триваліших рядів спостережень характеристики гідрологічного режиму річок басейну Дністра. Хоча в останньому виданні досить значна увага приділялася саме малим

річкам басейну та антропогенному навантаженню на їх водозбори. Опис річок басейну, довжиною понад 10 км містять томи «Географічної енциклопедії України», що виходили друком упродовж 1989–1993 років [23].

І.П. Ковальчук у праці «Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз» (1997 р.) викладає основні засади комплексних еколого-геоморфологічних досліджень річкових систем рівнинних регіонів [53], які стають основою нового наукового напрямку – дослідження річково-басейнових систем. Подальший розвиток цей напрям отримує в роботах учнів Ковальчука – Л.П. Курганевич, А.В. Міхновича, Т.С. Павловської, О.В. Пилипович та ін. Слід зазначити, що деякі роботи О.В. Пилипович стосуються річок верхньої частини басейну Дністра [80, 81].

Останні два десятиліття характеризуються зростанням інтересу до річок басейну через оцінку антропогенного впливу на їх водний режим та впливом сучасних кліматичних змін на параметри гідрологічного режиму. Перший з цих напрямів отримав розвиток у роботах В.І. Вишневського [15, 16], що містили аналіз стокових характеристик Дністра: величини середнього багаторічного стоку, його просторово-часової динаміки, особливостей внутрішньорічного розподілу, характеристик максимального та мінімального стоку річки. Автор досліджує водогосподарське використання річки Дністер, зокрема для потреб гідроенергетики. Значну увагу присвячено впливу Дністровського гідровузла на екосистему та стан нижньої частини Дністра, а саме на термічний режим річки та стік наносів. Аналіз впливу господарського навантаження водозборів на характеристики стоку наносів річок регіону добре висвітлено у згаданій вище монографії одеських вчених С.В. Мельника та Н.С. Лободи [68]. Питання руслових процесів річок Поділля та їх розвитку на фоні антропогенної перетвореності водозборів, зарегульованості стоку розглянуто у роботах О.Г. Ободовського, З.В. Розлacha та ін. [73], Ю.С. Ющенко [122]. Водогосподарсько-екологічне районування басейну Дністра за рівнем антропогенного навантаження здійснено у роботі М.Я. Бабича [3].

Вплив сучасних кліматичних змін на водний режим лівобережних приток Дністра вперше було оцінено у роботі В.В. Гребеня [31], що вийшла в 2005 році. Автором здійснено аналіз змін стоку води і наносів річок регіону за два характерні періоди. Вплив кліматичних змін на параметри гідрологічного режиму річок регіону з урахуванням впливу ландшафтно-гідрологічних параметрів водозборів автором оцінено у відомій монографії [32], яку видано у 2010 році. Низку публікацій вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка присвячено аналізу сучасних характеристик річок басейну Дністра, зміні елементів його водного балансу в умовах змін клімату, прогнозуванню змін водного режиму річок басейну на майбутнє [10, 34, 56, 71].

Останнє десятиліття відзначено низкою публікацій науковців Одеського державного екологічного університету (Н.С. Лободи, Є.Д. Гопченка, В.А. Овчарук та ін.), присвячених оцінюванню стокових характеристик річок басейну, параметрів весняного водопілля, їх змін під впливом глобального потепління [62, 63, 68, 74].

Слід відзначити сучасні праці вчених Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України (В.А. Балабух, С.В. Краковської, Л.О. Горбачової та ін.), виконані в рамках окремих міжнародних проєктів та присвячені оцінкам сучасних та перспективних змін клімату в межах басейну та їх впливу на водний режим річок [5, 6, 45].

Поряд з дослідженням кількісних характеристик водних ресурсів, особлива увага приділяється вивченню якісного складу поверхневих вод басейну. Вивченню хімічного складу води річки Дністер присвячено низку робіт. На відміну від гідрологічних спостережень, систематичні спостереження за гідрохімічним режимом Дністра та його приток почалися значно пізніше.

Певні характеристики хімічного складу води річок басейну знайшли своє відображення у довідниках [66, 107], що вийшли друком наприкінці 80-х

– на початку 90-х років ХХ сторіччя. До цього періоду належить і публікація монографії вчених Інституту гідробіології НАН України, де аналізується вплив хімічних властивостей річок басейну Дністра на його гідробіологічний режим [28].

Детальний аналіз гідрохімічного режиму та якості поверхневих вод річок басейну Дністра міститься у колективній монографії вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка та фахівців Державного агентства водних ресурсів України за редакцією В.К. Хільчевського та В.А. Сташука, що підбиває певний підсумок гідрохімічним дослідженням річок басейну учнями проф. В.К. Хільчевського – С.Д. Аксьомом, О.М. Гончар [1, 115]. Досить інформативною щодо аналізу сучасних характеристик якості води та аналізу гідрохімічного режиму за окремими фазами внутрішньорічного розподілу стоку є монографія авторського колективу вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України «Регіональна гідрохімія України» [118]. Інформацію щодо якості води річок басейну містить і виданий в Республіці Молдова «Екологічний атлас басейну» [8]. Ще у 2007 році в рамках Програми дій щодо вдосконалення транскордонного співробітництва та стійкого управління басейном річки Дністер за підтримки Організації по безпеці та співробітництву в Європі (ОБСЄ) та Європейської економічної комісії ООН (ЄЕК ООН) було створено Комісію по стійкому використанню та охороні р. Дністер, сайт якої також містить багато інформації стосовно гідрологічного та гідрохімічного режимів річок басейну, водогосподарської ситуації, прогнозів змін клімату та обсягів водокористування в межах басейну [97].

Також слід зупинитися на тих працях, де найбільш детально аналізуються природні умови водозборів річок Поділля що мають вплив на формування стокових характеристик річок. Слід згадати класичну працю вчених Львівського національного університету імені Івана Франка за редакцією К.І. Геренчука, 1979 рік – видання «Природа Тернопільської

області» [85]. Низка публікацій щодо природних умов Середнього Придністров'я та антропогенних ландшафтів Поділля (зокрема і водних) належить відомому фізико-географу Г.І. Денисику, представнику Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського [37, 38, 99]. Протягом останнього десятиліття вийшли з друку кілька ґрунтовних монографічних видань вчених Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка за редакцією М.Я. Сивого, Л.П. Царика та ін. [24, 86, 111].

Незважаючи на досить велику кількість публікацій, особливо з аналізом даних гідрологічного режиму річок Тернопілля, до цього часу не існує комплексних досліджень саме річково-басейнових систем регіону. Увага переважної більшості вчених зосереджена на аналізі умов формування стоку та характеристик гідрологічного та гідрохімічного режиму власне Дністра.

1.2 Існуючі підходи до вивчення річкових систем

Оцінювання гідроекологічного стану річок та їх басейнів (річково-басейнових систем – РБС) отримали розвиток в Україні в останні десятиліття ХХ сторіччя, але набули значного масштабу вже на початку нового, ХХІ сторіччя.

Серед головних причин, що зумовили активізацію таких досліджень та наведених у праці [55], слід відзначити, на нашу думку, такі:

- посилення антропогенного навантаження на русла річок та ландшафтні системи їх басейнів;
- погіршення гідроекологічного стану річок, якості їх водних ресурсів;
- зміни у водному режимі річок, що проявляються в посиленні екстремальних проявів через формування високих паводків та низької межени внаслідок як глобальних і регіональних змін клімату, так і надмірного антропогенного навантаження на РБС;

- уповільнення процесів самоочищення води в річках і побудованих на них ставках та водосховищах тощо.

Виходячи з наведеного вище, актуальність гідрологічного, гідрохімічного та гідроекологічного напрямів досліджень річково-басейнових систем, аналізу отриманих результатів та визначення заходів з метою стабілізації станів РБС є високою.

Для вирішення теоретичних та прикладних завдань, які мають гідроекологічний зміст, застосовують різні наукові підходи, головними з яких є системний, структурний, генетичний, речовинно-енергетичний, басейновий тощо.

Системний підхід, за якого об'єкти досліджень трактують як системи, набув широкого поширення у географічних дослідженнях з 60-х років минулого сторіччя. Системою у загальному розумінні називають сукупність елементів, які перебувають у відносинах і зв'язках між собою та утворюють певну цілісність, єдність [53]. Системний підхід орієнтує дослідника не на вивчення окремих ізольованих явищ, а на вивчення множини явищ у їхньому взаємозв'язку. *Р. Чорлі та Б. Кеннеді* [32] проголосили ідею про множинність типів систем. До цих типів вони віднесли системи морфологічні, каскадні, реактивні, системи типу «процес-відгук», керовані (контрольовані). Згодом (з кінця 70-х – початку 80-х рр. минулого сторіччя) під терміном «геосистема» починають розуміти будь-яку територіальну систему як природного, так і соціального походження. Геосистеми можуть бути неоднакових типів і виділяти їх можна за різними принципами (за різними системоутворюючими відношеннями). Річковий водозбір як особливу водно-балансову систему, що трансформує опади в стік, розглядав *О.Г. Булавко*. Річкові мережі з системних позицій аналізував *І.М. Гарцман*. Слід згадати і роботи *С.І. Сніжка*, який ввів у науковий обіг поняття «гідрохімічні системи» та розробив алгоритм їх ідентифікації та ранжування [102].

При вивченні гідроекологічних та гідрохімічних характеристик річково-басейнових систем (приток Дністра) в межах Тернопільщини застосування

системного підходу мало на увазі поєднання методів аналізу і синтезу, що дає змогу розкрити внутрішню організацію системи та її зв'язки із зовнішніми умовами.

Структурний підхід часто ототожнюють з системним підходом. Він є засобом теоретичного осмислення дійсності, системою наукового пізнання, яка потребує розчленування цілого на складові, аналізу взаємозв'язків між цими складовими, вивчення динаміки і змін компонентів [77]. В Україні однією з перших робіт, присвячених дослідженню структури долинно-річкових геокомплексів (на прикладі басейну р. Південний Буг) стала дисертаційна робота *Ю.А. Сілецького*, захищена в 1992 році [101]. Слід відзначити і дисертаційне дослідження *Л.Ф. Дубіс*, присвячене аналізу структурної організації та функціонуванню річкових систем гірської частини басейну Тиси [43]. Структурний підхід отримав широке застосування в роботі *І.П. Ковальчука* та *Т.С. Павловської* [55] при вивченні процесів формування річкового стоку в межах басейну р. Горинь та в роботі *О.Д. Бакало*, *Л.П. Царика* та *П.Л. Царика*, присвяченій оцінці трансформації еколого-географічних процесів в басейні р. Джурин [4].

Генетичний підхід використовується для встановлення генетичної ролі зовнішніх чинників у розвитку річкових систем. Передусім він дає можливість виявити ланцюгову реакцію кількісних та якісних характеристик гідрологічного режиму водотоків у відповідь на антропогенний вплив (регулювання стоку, розораність водозбору, його урбанізованість, об'єми скидів стічних вод) та кліматичні зміни. Ґрунтовний аналіз такого впливу міститься у роботі *В.М. Самойленка*, *І.О. Діброви* та *В.В. Пласкального* «Антропізація ландшафтів» [98].

Речовинно-енергетичний підхід передбачає виявлення взаємозалежності між окремими елементами кругообігу речовини та енергії, зокрема, між складовими водного балансу річкового басейну (опадами, випаровуванням, поверхневим та підземним стоком). Дослідження останніх років в Україні присвячені використанню речовинно-енергетичного підходу при вивченні

змін складових водного балансу водозборів річок внаслідок сучасних кліматичних змін [32].

І все ж найбільш доцільним при застосуванні гідрологічного, гідрохімічного та гідроекологічного напрямів досліджень річково-басейнових систем вважають *басейновий підхід*. Засновником басейнового підходу в науках фізико-географічного циклу можна вважати *Р. Хортон*, який одним з перших звернув увагу на гідрологічну і загальногеографічну роль річкових басейнів [32]. На початку 70-х років XX сторіччя *А. Ретеюм* виділив річкові басейни в особливу групу розімкнутих геосистем. Він розглядав басейн як одну з основних форм інтеграції геосистем суші [32].

Басейн річки являє собою складну динамічну систему, що перетворює атмосферні опади в інші елементи водного балансу. На земній поверхні басейн має чіткі межі – вододіли, в межах яких можна провести розрахунок водного балансу. Важливою інтегральною характеристикою річкових басейнів є стік в гирлі (замикальному створі). Крім того, вся земна поверхня являє собою макросистему басейнів, що дає можливість для просторової інтерполяції та екстраполяції отриманих гідрологічних характеристик.

Зміни параметрів зовнішнього середовища, викликані як природними, так і антропогенними чинниками, обумовлюють постійні зміни надходження вологи, що перевищують або, навпаки, не компенсують безперервний процес випаровування в межах басейну. З цим пов'язана гідрологічна динамічність басейну. Басейн є саморегульованою системою, тобто водно-балансові процеси завжди розвиваються в напрямі приведення його до певного стану рівноваги.

У межах малих річкових басейнів функціонують геосистеми або їх частини локальної розмірності; середні басейни узгоджуються з регіональним рівнем; великі басейни відповідають планетарному рівню. Для малих річкових басейнів кліматичні умови слабо диференційовані і на перше місце виходять різноманітні місцеві (азональні) фактори їх функціонування. Для середніх басейнів локальні закономірності,

інтегруючись, визначають закономірності до регіонального (зонального) рівня включно. Режим великих річок є полізональним [32].

Басейновий підхід у геоecологічних, гідрологічних, гідрохімічних та гідроеcологічних дослідженнях річково-басейнових систем в Україні впродовж останніх десятиліть застосовується за кількома основними напрямками:

- *еколого-геоморфологічний* (представлений дослідженнями *І.П. Ковальчука* та його учнів: *Л.Ф. Дубіс, А.В. Михновича, Л.П. Курганевич, О.В. Пилипович, Т.С. Павловської, Ю.М. Андрейчука* [2, 26, 43, 53, 54, 55, 61]). У цих працях реалізований підхід, який поєднує дослідження гідроеcологічного, еколого-геоморфологічного та ландшафтно-екологічного стану річкових систем і його багаторічних змін під впливом окремих чинників з одночасним оцінюванням стану і водозбірних басейнів;

- *гідролого-гідроморфологічний* (представлений в Україні науковцями двох шкіл: Київського національного університету імені Тараса Шевченка (дослідження *О.Г. Ободовського* та його учнів – *К.Ю. Данька, О.С. Коноваленко, З.В. Розлача, О.Є. Ярошевича* і колег – *В.В. Онищука та В.В. Гребеня* [36, 57, 72, 96]) та Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (дослідження проводилися *М.І. Кирилюком*, а тепер – *Ю.С. Ющенком* та його учнями – *О.В. Паланичко, А.О. Кирилюком, Л.В. Костенюк, М.Д. Пасічником, М.Г. Настюком* та ін. [121, 123]). Акценти робляться на вивченні руслових процесів з ландшафтно-гідрологічних, гідроморфологічних і гідроеcологічних позицій, визначенні параметрів гідрологічного режиму річок та впливу на них природних й антропогенних чинників;

- *гідроеcологічний* (дослідження *В.К. Хільчевського* та його учнів: *М.В. Яцюка, І.М. Ромася, М.Р. Забокницької, Р.Л. Кравчинського, О.М. Гончар; Т.В. Соловей, Т.В. Боднарчук, Т.В. Ємчук, К.Ю. Вербецької, О.О. Ухань, Г.В. Коробкової* [1, 76, 113, 115, 117]). У них найбільше уваги

приділялося оцінці гідроекологічного та гідрохімічного стану басейнів річок різних регіонів України;

- *антропогенно-трансформаційний* (оцінювання антропогенного навантаження на річкові басейни в працях *З.В. Тімченко, І.Я. Мисковець, А.В. Яцика, О.В. Рибалової, Н.М. Вознюк, О.В. Токарчук, В.Г. Явкіна, А.А Мельника, Н.С. Крутої, ОМ. Клименка, М.М. Гануцак, О.С. Данильченко* [22, 35, 58, 60, 69, 124]).

Нами також вивчено міжнародний досвід реалізації басейнового підходу до управління річковими басейнами, оцінювання їхнього гідроекологічного стану, охорони та використання водних ресурсів.

Значна кількість робіт закордонних вчених розвивають гідроекологічний напрям басейнового підходу у дослідженнях річково-басейнових систем. Зокрема, це роботи *Feio, M. J., Hauer, R. F., Pathak D. Scheffer M., Aspray K.*, присвячені визначенню функціональних індикаторів екологічного стану річок із застосуванням басейнового підходу, екології малих водотоків [126, 137, 142, 151, 156]; значна кількість робіт (*Šajin R., Venohr, M., Fuchs, S., Kittlaus, S., Liu M. E.*) присвячена моделюванню якості води рівнинних річок [138, 145, 146, 155, 159]. Низка публікацій [135, 136] присвячена питанням моніторингу річкових екосистем, досвіду впровадження положень Водної рамкової директиви ЄС для покращення екологічного стану водотоків (*England J., Skinner K.S., Angelopoulos N., Cooksley S.*).

Еколого-геоморфологічний напрям представлено у працях *Brookes A., Downs P. W., Brierley G.J., Dang M. H., Gregory K. J., O'Briain R.*, присвячених дослідженням морфологічних змін русел річок, впливу клімату на зміни гідроморфологічних характеристик, питанням управління річковими руслами, впливу людини на розвиток русел [130, 131, 133, 134, 141, 150].

Представниками гідролого-гідроморфологічного напрямку (*Milner A.M., Poff N.L., Reich P., Smith, B., Yoshimura C.*) розглядаються питання стійкості річкових екосистем до екстремальних повеней, екологічного відновлення водотоків після проходження таких повеней [147, 153, 154, 158, 161].

Достатньо значна кількість публікацій [132, 140, 143, 148, 149, 160] присвячена оцінці впливу змін клімату на частоту повеней (особливо екстремальних), оцінці тенденцій змін стоку в умовах кліматичних змін, прогнозуванню відновлення водотоків (*Wilkes M.A., Fu H., Kay A.L., Collet L., Min Xu, Mostowik K.*).

Антропогенно-трансформаційний напрям представлено у працях *Fu H, Gaüzère P, Allan D.J., Pinto U., Maheshwari B.* [125, 139, 152], присвячених впливу урбанізації та землекористування на водні екосистеми.

Отже, гідрологічний, гідрохімічний та гідроекологічний напрями досліджень річково-басейнових систем, їхніх змін під впливом господарської діяльності і трансформації кліматичних умов є пріоритетним напрямом наукових зусиль вітчизняних і зарубіжних дослідників.

1.3 Методика досліджень

Основним напрямом досліджень річково-басейнових систем (приток Дністра) на Тернопільщині є аналіз їхнього стану та динаміки. Річково-басейнові комплекси характеризуються структурою, взаємозв'язками між підсистемами (руслем і водозбором), їхньою діяльністю протягом певного періоду та чинниками, що впливають на порушення динамічної рівноваги [53].

Таким чином, нами було проведено дослідження гідроекологічних та гідрохімічних характеристик річково-басейнових систем (приток Дністра) Тернопільської області в умовах техногенного впливу за такою схемою (алгоритмом) – див. рис. 1.2:

- формулювання мети та визначення основних завдань дослідження;
- аналіз наукових праць інших дослідників;
- збір і початковий аналіз статистичних даних та інформації з моніторингових спостережень;

- опрацювання методичної літератури для вибору відповідних дослідницьких методів;
- характеристика природних умов та техногенного впливу в межах річково-басейнових систем регіону;
- аналіз водного режиму річок Тернопільської області;
- оцінка гідрохімічного стану та ключових гідроекологічних показників річок регіону;
- визначення шляхів покращення гідроекологічного стану річково-басейнових систем Тернопільщини.



Рисунок 1.2 – Схема (алгоритм) дослідження гідроекологічних та гідрохімічних характеристик річково-басейнових систем (приток Дністра) Тернопільщини

Оцінка природних умов річково-басейнових систем (РБС) у досліджуваному регіоні включала аналіз таких факторів, що впливають на формування стоку, як рельєф, геологічна структура, гідрогеологічні умови, ґрунти, рослинний покрив та клімат; а також вивчення просторової диференціації цих факторів на території регіону. Природні умови розвитку РБС Тернопільської області формують основу, на яку накладається техногенне (антропогенне) навантаження. Аналіз техногенних впливів на водозбори та річища річок регіону проводився з метою виявлення їх походження та територіальних особливостей. Розуміння механізму впливу техногенної діяльності та її наслідків на функціонування гідроекосистем є ключовим для вибору відновлювальних заходів, спрямованих на покращення гідроекологічного стану річок і їхніх водозборів.

Наступним кроком у наших дослідженнях було вивчення особливостей функціонування річково-басейнових систем Тернопільщини. Основою їхнього функціонування є процеси стоку води та розчинених у ній речовин. Дослідження функціонування РБС регіону базувалося на просторово-часовому аналізі характеристик водного режиму (багаторічні коливання, сезонний розподіл) та показників гідрохімічного режиму.

Аналіз закономірностей змін річного стоку в часі та просторі дає змогу оцінити потенціал і доцільність використання водних ресурсів регіону для задоволення його потреб.

Встановлено, що річний стік має циклічний характер, який проявляється в послідовній зміні років з підвищеною та зниженою водністю. Роки з підвищеною водністю відзначаються стоком, що перевищує середній багаторічний показник, тоді як у роки зі зниженою водністю стік є нижчим за цю величину. Періоди підвищеної водності утворюють фазу багатоводності, а знижена водність відповідає маловодному періоду. Коливання водності річок напряму залежать від змін атмосферної циркуляції, яка визначає перехід між фазами водності [29].

Для виявлення циклічних коливань багаторічного стоку річок регіону були використані різницеві інтегральні криві, ординати яких представляють собою накопичення послідовних відхилень величин стоку від середньої норми.

Різницева інтегральна крива характеризує зміни в часі суми (від початку спостережень) відхилень середніх за рік витрат води Q_i від середньої багаторічної величини Q_0 .

Властивості різницевої інтегральної кривої у часі: відхилення середньої величини за будь-який інтервал часу m років від її середнього значення за багаторічний період спостережень (рівне 1,0), тангенс кута нахилу лінії, яка з'єднує точки початку і закінчення інтервалу, до горизонтальної прямої та визначається за співвідношенням $(K_{cp}-1) = (l_k - l_n)/m$. Де l_k та l_n – це кінцева та початкова ординати інтегральної кривої для відрізка часу m років. Багатоводна фаза водності – період часу, коли напрямок інтегральної кривої направлений вгору, а значення величин $(K_{cp}-1) > 0$ відповідає. Відповідно маловодна фаза – період часу, коли напрямок інтегральної кривої має нахил донизу і $(K_{cp}-1) < 0$ [9].

Побудову різницевої інтегральної кривої стік виконують у модульних коефіцієнтах $K_i = Q_i/Q_0$. Оскільки відношення середнього значення до середнього багаторічного значення стоку за період спостережень дорівнює одиниці, тоді відхилення модульного коефіцієнта буде дорівнювати $(K_i - 1)$. При побудові інтегральної кривої обчислюють суму цих відхилень $\sum(K_i - 1)$ від початку спостережень, тобто за весь розрахунковий період. Окрім того при побудові різницевих інтегральних кривих їх ординати обчислюють як відношення $\sum(K_i-1)/C_v$ (де C_v – коефіцієнт варіації річного стоку), щоб виключити вплив мінливості стоку на модульні коефіцієнти.

У підручнику [29] відзначається, що під внутрішньорічним розподілом стоку розуміють розподіл стоку за сезонами, місяцями, декадами або іншими часовими інтервалами. Як правило, внутрішньорічний розподіл стоку обчислюється не за календарними, а за водогосподарськими роками,

починаючи з багатоводного сезону (весни). При цьому розглядаються так звані водогосподарські роки, а не календарні, тому починають з весни поточного року, охоплюють повністю літо, осінь і частину зими (до 31.12) поточного року, а також зимові місяці наступного року (тобто починаючи з 01.01 і до початку весни).

Визначення внутрішньорічного розподілу стоку річок Тернопільщини проводилося нами за допомогою методу реального року. Визначення за цим методом засновано на виборі розрахункового водогосподарського року з числа фактичних з використанням принципу найбільшої близькості ймовірності перевищення стоку за водогосподарський рік, лімітуючий період, лімітуючий сезон і лімітуючий місяць до розрахункової ймовірності перевищення [29].

Гідроекологічна оцінка якості води річок Тернопільщини (приток Дністра) проводилася відповідно до основних гідрологічних сезонів (характерних для річок басейну): весняного водопілля (повені), літньо-осінньої межені та зимової межені. Це дозволяє виділити генетично однорідні сукупності, що характеризують періоди з переважанням тих чи інших процесів формування хімічного складу річкових вод під впливом сезонних змін і отримати знання про гідрохімічний режим річкових вод регіону.

Як відомо [75], хімічний склад природних вод є комплексом розчинених газів, мінеральних солей та органічних сполук, до нього входять майже всі відомі хімічні елементи. Хімічний склад умовно поділяється на сім груп:

- 1) *розчинені гази* – кисень, азот, сірководень, діоксид вуглецю тощо;
- 2) *головні іони* (макрокомпоненти) – K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} ;
- 3) *біогенні речовини* – сполуки азоту, фосфору, силіцію;
- 4) *органічні речовини* – різноманітні органічні сполуки, які належать до органічних кислот, складних ефірів, гумусових речовин, азотовмісних сполук (білки, амінокислоти, аміни) тощо;
- 5) *мікроелементи* – всі метали, крім головних іонів (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+});
- 6) *радіоактивні елементи* – виділяються із групи

мікроелементів, враховуючи специфіку походження та впливу на життєдіяльність організмів; 7) *специфічні забруднювальні речовини* (пестициди, синтетичні поверхнево-активні речовини, феноли, нафтопродукти тощо).

У своїй роботі ми розглядаємо просторово-часову динаміку тих компонентів хімічного складу, що є найбільш важливими для функціонування екосистеми річок – лівобережних приток Дністра в межах Тернопільщини та аналізуються лабораторіями Держводагентства України.

Серед групи розчинених газів нами аналізується багаторічна та внутрішньорічна поведінка *розчиненого кисню* – як показника ступені аерованості води і можливість існування в ній життя. Ще кисень має важливе санітарно-гігієнічне значення оскільки є сильним окисником, що сприяє швидкій мінералізації органічних залишків.

Також обрані нами для аналізу *іони водню H^+* , які дуже важливі для хімічних і біологічних процесів, хоча й містяться в природних водах у надзвичайно малих кількостях. Іони водню виражають у вигляді логарифмів з оберненим знаком (рН): $pH = -\lg [H^+]$ через те, що їх концентрація надзвичайно мала. При рівності іонів водню і гідроксилу, тобто при $pH = 7$ реакція нейтральна, при $pH < 7$ – розчин кислий, а при $pH > 7$ – розчин лужний [75].

Також нами розглядається група *головних іонів* (макрокомпонентів), що зумовлюють хімічний тип. У маломінералізованих водах переважають іони HCO_3^- і Ca^{2+} , у високомінералізованих – Cl^- і Na^+ , іони Mg^{2+} мають проміжне положення між Na^+ і Ca^{2+} , подібно до іонів SO_4^{2-} – між HCO_3^- і Cl^- . Аналізується нами також *мінералізація води* – сума всіх визначених при аналізі мінеральних речовин у mg/dm^3 , які містяться у даній воді.

Серед представників групи *біогенних речовин* нами аналізується просторово-часовий розподіл у річках регіону сполук азоту: амонійних (NH_4^+), нітритних (NO_2^-), нітратних (NO_3^-) іони та фосфору (PO_4^{3-}).

В залежності від інтенсивності біохімічних і біологічних процесів у водоймах оцінюється концентрації біогенних елементів.

Аміак NH_3 є кінцевим неорганічним продуктом складного процесу мінералізації органічних речовин, які містять азот. Іони засвоюються рослинами при фотосинтезі й окиснюються в нітрити і нітрати. Цей процес відбувається за наявності кисню під дією бактерій; складається з двох фаз [75].

Перша – перехід NH_4^+ в NO_2^- здійснюється під впливом бактерій нітрифікаторів. Нітритні іони надзвичайно нестійкі й під впливом інших бактерій окиснюються в нітратні іони. Отже, нітратні іони поряд із деякими неорганічними сполуками є кінцевим продуктом складного процесу мінералізації органічної речовини. Колообіг сполук азоту у воді здійснюється за схемою: рослини \rightarrow тварини \rightarrow продукти розпаду $\rightarrow \text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^- \rightarrow$ рослини.

Також одним з показників погіршення санітарного стану водойм, крім наведених природних, існують ще джерела надходження сполук азоту з господарсько-побутовими, промисловими і сільськогосподарськими стоками [117].

Неорганічний фосфор трапляється в природних водах переважно у вигляді похідних ортофосфатної кислоти H_3PO_4 , яка розкладається до форми PO_4^{3-} .

Концентрація фосфору, як і азоту, зумовлює обмін фосфору між його неорганічними та органічними формами, з одного боку, і живими організмами – з іншого. Обмін фосфору спостерігається при двох протилежних процесах – фотосинтезі та розкладанні органічної речовини.

У природних водах фосфор міститься в надзвичайно малих кількостях внаслідок низької розчинності його сполук та інтенсивного поглинання їх гідрокарбонатами. Вміст сполук фосфору зазвичай становить соті та десятки частки міліграма на 1 дм^3 . Підвищені концентрації фосфору у водах свідчать про їх забруднення [117].

Серед групи *мікроелементів* (ними вважаються такі елементи, середній вміст яких у водах не перевищує 10 мг/дм^3) нами аналізується вміст у воді лівих приток Дністра в межах Тернопільщини таких компонентів, як залізо, мідь та хром.

Концентрація *заліза* в природних водах виділяється на фоні інших мікроелементів і часто не поступається головним іонам (від мікрограмів до декількох грамів у 1 дм^3). Проте в цілому внаслідок низької міграційної здатності концентрація заліза у водах настільки незначна, що його вважають мікроелементом.

Кількість *міді* у водах лімітується значенням рН. Мідь стає нестійкою і випадає з розчинів уже при $\text{pH} = 5,3$. Тому у водах, які мають нейтральну чи близьку до нейтральної реакції, вміст міді невеликий ($1\text{--}100 \text{ мкг/дм}^3$).

На сьогоднішній день сполуки *хрому* мають широку область використання у багатьох галузях промисловості. Серед них найбільш отруйними є сполуки шестивалентного хрому. Їх застосовують у виробничих і технологічних процесах і, як наслідок, вони опиняються у відходах виробництва. Сполуки хрому в концентрації $0,1 \text{ мг/дм}^3$ та вище згубно впливають на флору та фауну водойм, гальмують процеси самоочищення [75].

З групи *специфічних забруднювальних речовин* нами розглянуто сезонні зміни концентрацій *синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР)* та *нафтопродуктів*. СПАР – це речовини, здатні адсорбуватися на поверхнях розподілу фаз і знижувати внаслідок цього їх поверхневий натяг. Зазвичай до СПАР належать органічні речовини, які виявляють особливо різко виражену здатність до адсорбції з будь-якого середовища. Потрапляючи до водойм чи водотоків, СПАР негативно впливають на їх фізико-біологічний стан, значно погіршуючи кисневий режим і органолептичні властивості, які визначають за допомогою органів чуття – смаку, запаху тощо, і зберігаються там протягом тривалого часу, оскільки розчиняються повільно [75].

Нафтопродукти належать до найпоширеніших і небезпечних речовин, які забруднюють природні води. Суміші газоподібних, рідких і твердих вуглеводнів різних класів видобуваються з нафти і нафтових супутніх газів. Значні кількості нафтопродуктів потрапляють у природні води зі стічними водами промислових підприємств, особливо нафтодобувної та нафтопереробної промисловості, з господарсько-побутовими стічними водами. Несприятливо впливають нафтопродукти й на організм людини і тварин, водну рослинність, фізико-хімічний і біологічний стан водного об'єкта.

Спираючись на отримані результати, ми провели аналіз шляхів оптимізації гідроекологічного стану РБС Тернопільщини. Цей аналіз є комплексним, оскільки, з одного боку, враховує як природні, так і антропогенні чинники, що діють у межах водозбору, а з іншого – стосується певних ділянок русел водотоків.

Висновки до розділу 1

1. Питанню вивченості басейну річки Дністер та басейнам її приток здавна приділялась значна увага. Перші водомірні пости (з вимірюванням рівнів води) на лівобережних притоках Дністра в межах регіону було відкрито за часів Австро-Угорщини – у 80–90-х роках XIX ст. Вимірювання витрат води розпочалося від початку XX ст. З кінця 1980-х років кількість гідрологічних постів на подільських притоках Дністра в межах Тернопільської області лишається незмінною і становить 11 одиниць. Діюча на сьогодні на річках Тернопільської обл. – притоках Дністра мережа пунктів моніторингу якості води Державного агентства водних ресурсів України включає 14 створів.

2. Гідрологічний, гідрохімічний та гідроекологічний напрями досліджень річково-басейнових систем, їхніх змін під впливом господарської

діяльності і трансформації кліматичних умов є пріоритетним напрямом наукових зусиль вітчизняних і закордонних вчених. Головними причинами, що зумовили активізацію таких досліджень є: посилення антропогенного навантаження на русла річок та їх басейни; погіршення якості водних ресурсів та їх гідроекологічного стану річок; формування високих паводків та низької межні внаслідок як глобальних і регіональних змін клімату, так і надмірного антропогенного навантаження на РБС; уповільнення процесів самоочищення води в річках і побудованих на них ставках та водосховищах.

3. Незважаючи на досить велику кількість публікацій, особливо з аналізом даних гідрологічного режиму річок Тернопілля, до цього часу не існує комплексних досліджень саме річково-басейнових систем регіону. Увага переважної більшості вчених зосереджена на аналізі умов формування стоку та характеристик гідрологічного та гідрохімічного режиму власне Дністра [116].

4. Головним напрямом дослідження РБС (приток Дністра) Тернопільщини стало вивчення їхнього стану та динаміки. Дослідження гідроекологічних та гідрохімічних характеристик річково-басейнових систем (приток Дністра) Тернопільщини в умовах техногенного навантаження проводилося нами за розробленою схемою (алгоритмом).

5. Вивчення функціонування річково-басейнових систем регіону здійснено на основі просторово-часового аналізу характеристик водного режиму (їх багаторічні коливання, внутрішньорічний розподіл) та параметрів гідрохімічного режиму. Для виявлення циклічності багаторічних коливань стоку річок регіону було застосовано метод побудови різницевих інтегральних кривих; визначення внутрішньорічного розподілу стоку річок Тернопільщини проводилося нами за допомогою методу реального року.

6. Гідроекологічна оцінка якості води річок Тернопільщини (приток Дністра) проводилася відповідно до характерних гідрологічних сезонів: весняного водопілля (повені), літньо-осінньої межні та зимової межні. Розглянуто просторово-часову динаміку тих компонентів хімічного складу,

що є найбільш важливими для функціонування екосистеми річок – лівобережних приток Дністра в межах Тернопільщини та аналізуються лабораторіями Держводагентства України.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ І ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ В МЕЖАХ РІЧКОВО-БАСЕЙНОВИХ СИСТЕМ РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Геологічна будова та рельєф

За тектонічною будовою Тернопільська область розташована у межах Волино-Подільської плити південно-західної частини Східноєвропейської платформи, яка на захід та північний захід переходить у Львівський палеозойський прогин. Потужність осадової товщі зростає зі сходу на захід відповідно до нахилу в напрямку Галицько-Волинської западини, в якому кристалічний фундамент занурюється [24].

Тернопільщина розташована на Подільській височині, що розміщується на південному заході Східноєвропейської рівнини і майже повністю на західній її окраїні. Височина на півночі Тернопільщини закінчується схилом Гологоро-Кременецького кряжу у бік Малого Полісся, яке вузькою смугою заходить на територію області. Південні і південно-західні частини височини круто обриваються до долини Дністра. Остання відділяє Подільську височину від Хотинської та Покутської височин [37].

За характером рельєфу Подільська височина є високо піднятим, сильно розчленованим плато. Внаслідок неотектонічних рухів тут сформувався рельєф інверсійного типу.

Фундамент плити розчленований низкою розломів, що простягаються у північно-західному та північно-східному напрямках. Неоднаковий розмах неотектонічних рухів зумовив утворення морфоструктур, які відповідають окремим частинам великих блоків, таких як горбогір'я Гологоро-Кременецьке, плато Східноподільське та Західноподільське, горбогірна Опільська височина, гряда Товтрова (рис. 2.1) [24].

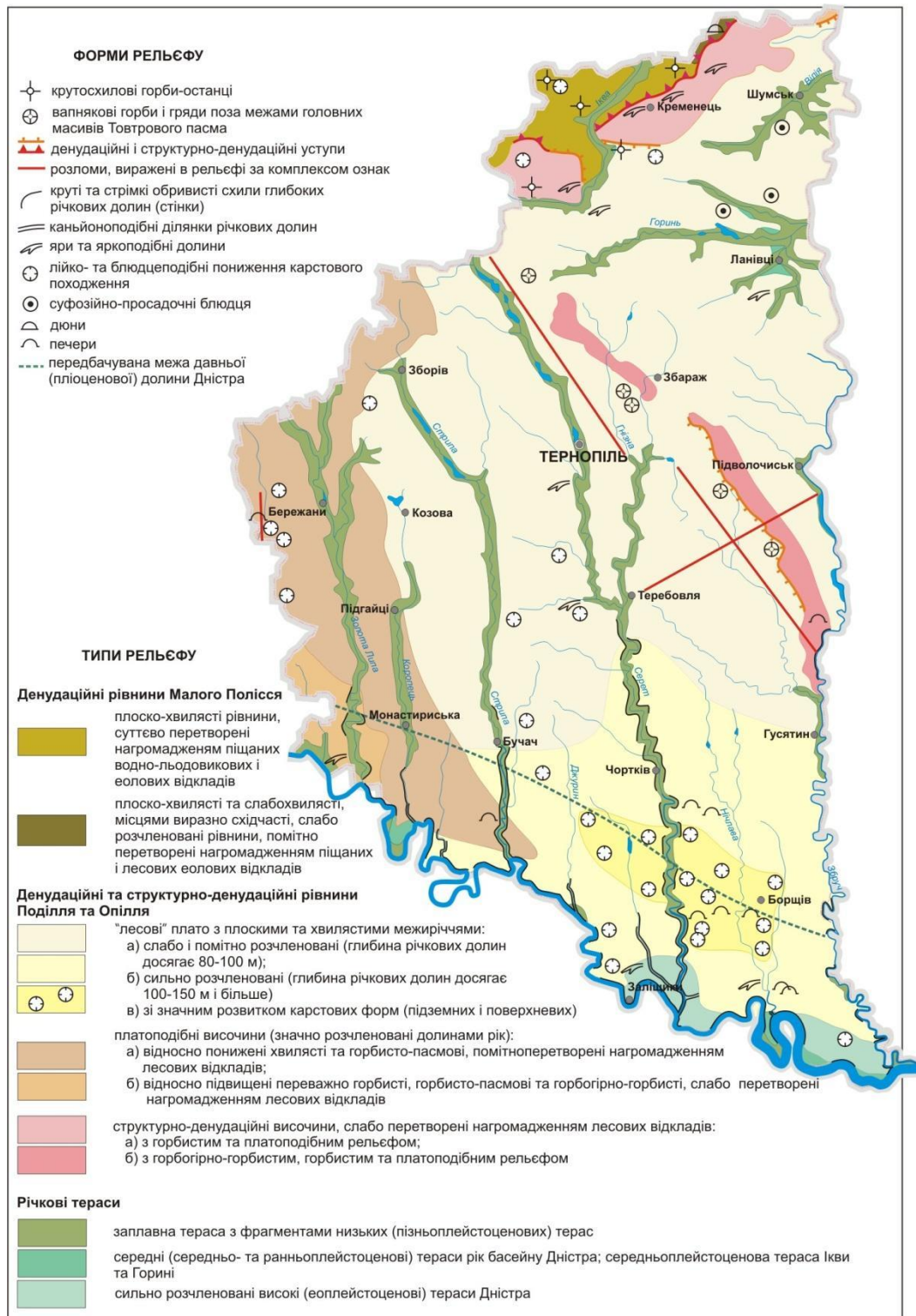


Рисунок 2.1 – Типи та основні форми рельєфу Тернопільської області [24]

Частина області, що належить до басейну Дністра, розташована в межах всіх зазначених морфоструктур, за винятком Гологоро-Кременецького

горбогір'я. Останнє розташовується в тій частині області, що належить до басейну р. Прип'ять.

Опільська горбогірна височина простягається з північного заходу на південний схід через західну частину області. Морфоструктура має амплітуду неотектонічних піднять 420–430 м.

Між Опільською горбогірною височиною і Товтровою грядою розташована морфоструктура *Західноподільського плато*. З півночі вона обмежується Гологоро-Кременецьким горбогір'ям. Амплітуди неотектонічних піднять є дещо меншими у порівнянні із суміжними територіями і становлять 330–360 м. У південній частині Західноподільського плато поверхня палеозойських порід досягає максимальної для Волино-Поділля висоти (на межиріччі рр. Коропець та Стрипа 320–330 м).

Східній частина Тернопільщини займає морфоструктура *Східноподільського плато*, що обмежена Товтровою грядою із заходу, горбогір'ям Гологоро-Кременецьким – з півночі. Амплітуди неотектонічних піднять становлять 330–350 м. Авратинська височина, яка є найбільш піднятою частиною морфоструктури і є вододілом Горині, Збруча і Південного Бугу.

Витягнуте горбисте пасмо морфоструктура *гряди Товтрової* перетинає територію області з північного заходу на південний схід. У сучасному рельєфі гряда є добре вираженою (рис. 2.1) завдяки наявності в її розрізі порід бар'єрного рифу. Амплітуди неотектонічних піднять у межах гряди досягли 400 м. У місцях перетину гряди річковими долинами простежуються випуклі деформації повздожніх профілів русел річок [24].

Морфоскульптура Тернопільщини визначається поєднанням реліктових і сучасних форм рельєфу, що є генетично пов'язаними з екзогенними рельєфотвірними процесами.

У сучасному рельєфі переважає денудаційна морфоскульптура, яка сформувалася внаслідок дії ерозійних, карстових, гравітаційних та інших рельєфотвірних процесів.

Головну роль у формуванні сучасного рельєфу області відіграли річкові води та поверхнево-схилний стік. Вони створили найголовніші флювіальні морфоскульптури – річкові долини, балки, яри [111].

Тернопільщина має різноманітні долини з меандруючими руслами з крутими, каньйоноподібними схилами з вузькими заплавами або й зовсім відсутніми. У північній частині області річкові долини характеризуються меншим врізом, пологішими схилами. В них виходять на поверхню лише відклади верхньої крейди і неогену. Заплави річок порівняно широкі, часто заболочені.

Долина Дністра слугує базисом ерозії Тернопільської області та має розвинені тераси, які зумовлені особливостями тектонічної будови та своєрідним планом річкової системи.

Для річкової мережі області властиві дві характерні риси: перша – чітке чергування довгих і коротких річок, коли між двома довгими річками зазвичай знаходиться одна коротка (притока); другою характерною рисою є чітко витримане розміщення і напрямки приток річок: всі вони мають північно-західний або південно-східний напрям і розташовуються один навпроти одного так, що ліві притоки однієї річки наче продовжують праві притоки сусідньої. [94].

Подільське плато в межах Тернопільської області порізане лівими притоками Дністра, серед яких найбільші: Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Нічлава, Збруч. Долини річок мають тераси складені, переважно, грубоуламковатим, гравійно-галечниково-піщаним русловим алювієм, представленим місцевими породами [24].

Досліджувана територія розташована у межах однієї геоморфологічної області, відповідно до районування [79], а саме *Волино-Подільської пластово-денудаційної височини*, яка складається з:

- *Подільської структурно-денудаційної височини на неогенових і крейдових відкладах, яка в межах Тернопільської області має чітко виражену північну межу, що проводиться уздовж лінії Північноподільського уступу (добре вираженого у рельєфі).*

- *Опільської структурно-денудаційної горбистої сильнорозчленованої височини – східного краю Західно-Подільського горбогір'я, що є найбільш піднятим за абсолютними відмітками. Абсолютні висоти поверхні височини досягають 400–440 м. Поверхня досить сильно розчленована глибокими (до 150–200 м) долинами рр. Золотої Липи, Коропця та ін. Височини проходить по вододілу річок Золотої Липи та Стрипи на сході, та перебуває у межах Львівської та Івано-Франківської областей на заході. Річкові долини та балки при глибокому врізі характеризуються широким дном, пологими схилами та добре вираженими більш вузькими, каньйоноподібними терасами (у Подністер'ї).*

Центральна частина досліджуваного регіону представлена *Тернопільською структурно-денудаційною плоскою та горбистою середньорозчленованою височиною з карстовою морфоскульптурою, що обмежена Опільською височиною на заході, Товтровою височиною – на сході, та Гологоро-Кременецьким горбогір'ям і Придністерсько-Подільською височиною – з півночі і з півдня, відповідно. Річки Стрипа і Серет розчленовують височину в меридіональному напрямку, але у верхів'ях їх долини простягаються з північного заходу на південний схід. На півночі долини річок неглибокі (перші десятки метрів), із заболоченими заплавами і пологими схилами. На півдні річкові долини є глибшими (до 150 м) та мають каньйоноподібний вигляд.*

На півдні Тернопільська область охоплена *Придністерсько-Подільською структурно-денудаційною горбистою сильно розчленованою височиною з давньотерасовим рельєфом вздовж долини Дністра від лінії Бучач-Борщів до алювіальних відкладів (пліоценових) давнього Дністра. В межах височини глибоко врізані (на 150–200 м) долини рр. Золотої Липи, Коропця, Стрипи,*

Серету, Джурина, Нічлави, Збруча. Річкові долини тут мають стрімкі обривисті схили, каньйоноподібні, вузькі, майже позбавлені заплав днища і врізані меандруючі русла.

На сході від Товтрової гряди в Тернопільська область характеризується *Хмельницькою структурно-денудаційною плоскою та горбистою середньорозчленованою височиною з карстовою морфоскульптурою*. Абсолютні висоти досягають 340–360 м при плоскій слабохвилястій поверхні.

Авратинська височина є вододілом, який розділяє басейни річок Горині, Південного Бугу, Збруча та Серету, з якої беруть початок їхні притоки.

У цілому поверхня височини має нахил на південний схід, так само як і верхів'я річок Горині, Збруча і його приток.

Посеред пологохвилястої місцевості області різко виділяється *Товтрова денудаційна горбиста височина*, яка перетинає територію області з північного заходу на південний схід по лінії Підкамінь – Збараж – Скалат – Гримайлів і далі за Збруч у напрямку міста Кам'янця-Подільського. Ще однією властивістю, характерною для Товтрової височини, є наявність поперечних річкових долин, які перетинають її, але при цьому зберігають не лише свій меридіональний напрямок, а й типові для рівнинних територій врізані руслові меандри. Це дозволяє стверджувати, що в момент утворення річкових долин Товтри були перекриті товщею осадових відкладів, а тому не були перешкодою для формування долин річок [79].

2.2 Гідрогеологічні умови

Відповідно до гідрогеологічного районування території України територія басейну Середнього Дністра належить до Волино-Подільського артезіанського басейну пластових вод [100].

Регіон досліджень розташований у межах гідрогеологічного району другого порядку – Волино-Подільської плити, що охоплює східну та північно-східну частини артезіанського басейну.

Волино-Подільська плита відноситься до області нахиленого занурення кристалічного фундаменту і характеризується сприятливими умовами формування ресурсів прісних підземних вод, зона яких на окремих ділянках досягає 1000 м. У районах неглибокого залягання фундаменту підземні води різних горизонтів гідравлічно пов'язані між собою та утворюють, на окремих ділянках, єдиний водоносний горизонт. Через це артезіанський басейн, пов'язаний з Волино-Подільською плитою, називають інфільтраційним.

Особливістю поверхні Волино-Подільського басейну є наявність складного субширотного уступу Подільського підняття, що як вододіл поділяє територію на дві області водозбору формування поверхневих вод – північну та південну. До північної належать річки Тернопільської області, що є притоками Прип'яті, а до південного – притоки р. Дністер.

За структурними та гідродинамічними особливостями річки басейну Дністра в межах Тернопільської області відносяться до Подільського водообмінного басейну. Окремі його частини відрізняються за характером водоутримуючих відкладів, умовами живлення, взаємозв'язком та розвантаженням підземних вод товщі осадових відкладів [86].

Східна частина басейну протягом майже всієї історії його розвитку була стабільною областю живлення. Наявність виходів тріщинуватих порід під водопроникні четвертинні і верхньокрейдяні відкладення в північній частині басейну і безпосередньо на поверхню в його південній (придністровській) частині, високе гіпсометричне положення покрівлі цих порід зумовили тут живлення та накопичення підземних вод. Відсутність водотривких порід призвела до вільного надходження вод до всієї товщі відкладів.

Особливості розвитку південно-західної, найбільш зануреної частини басейну зумовили в її межах нормальне для басейнів платформного типу залягання у вигляді поверхів водоносних горизонтів з характерними для

кожного з них умовами поширення, живлення, циркуляції та потоку підземних вод.

Для центральної, перехідної частини басейну властиві особливі умови живлення та розвантаження підземних вод, що визначаються умовами залягання осадового комплексу порід та наявністю потужних верхньокрейдових відкладів.

Умови активного водообміну підземних вод у Волино-Подільському басейні значною мірою визначають верхньокрейдові відклади. У крайових його частинах потужність верхньої крейди невелика (10-40 м у східній частині), до кордонів Галицько-Волинської западини вона зростає до 50-70 м, перевищуючи цю величину лише на окремих ділянках. У північній частині басейну потужність товщі верхньої крейди змінюється від 50 до 130 м, досягаючи лише в її крайній північній частині 280 м.

У межах Волино-Подільського басейну виділяють такі гідродинамічні зони: 1) інтенсивного водообміну; 2) значного водообміну; 3) ускладненого водообміну; 4) дуже ускладненого водообміну [99].

Зона інтенсивного водообміну обмежується глибиною розвитку тріщинуватості порід, яка становить 100–110 м у західній та центральній частинах басейну та 300–350 м – у північно-східній. Ця зона охоплює всю товщу осадових утворень, аж до кристалічного фундаменту. Отже, на більшій частині басейну існує гідравлічний зв'язок між верхньокрейдовими та залягаючими нижче палеозойськими утвореннями.

Поступово збільшуючись у потужності (до 850 м і більше), товща крейди західної частини басейну набуває характеру водостійкого екрану, який надійно відокремлює нижній шар підземних вод в утвореннях палеозою від верхнього шару – у тріщинуватій зоні верхньої крейди та неогенових відкладів.

Інша зона охоплює юрські та кам'яновугільні відклади. Вона відокремлена від першої практично водостійкою товщею верхньої крейди.

Однак тут, судячи з коефіцієнтів метаморфізації вод, відбувається значний водообмін, який зумовлює вилуговування солей морського походження.

Зони ускладненого водообміну та дуже ускладненого водообміну розвинені лише в найбільш зануреної південно-західної частини артезіанського басейну, що охоплюють утворення девону, силуру і більш давні осадові відкладення. Межа між цими зонами знаходиться на глибині близько 2000 м.

2.3 Ґрунти та рослинний покрив

Ґрунти Подільського височини відносяться до зони Лісостепу (у межах басейну Дністра – до Західного Лісостепу).

До ґрунтоутворювальних порід у Лісостеповій зоні відносяться четвертинні відкладення та продукти вивітрювання крейдових, що виходять на поверхню мергелів, третинних вапняків, пісковиків, третинні піски та щільні балтські глини, і навіть продукти вивітрювання магматичних порід.

З четвертинних відкладень найпоширеніші леси та лесоподібні породи різної генези, механічного складу та різного ступеня карбонатності.

Леси залягають двома-трьома ярусами на водно-льодовикових і лесових рівнинах і одним ярусом незначної потужності, а іноді й зовсім відсутні на ерозійно-денудаційних рівнинах. За механічним складом вони бувають пилувато-легкосуглинисті (головним чином на водно-льодовикових лесових рівнинах), пилувато-середньо і навіть легкі глини на інших рівнинах.

Майже по всій території Подільського височини чорноземи опідзолені та темно-сірі опідзолені ґрунти збагачені кремнекислотою і відрізняються світлішим кольором, незважаючи на більший вміст гумусу, порівняно з глибшими обр'ями (рис. 2.2).

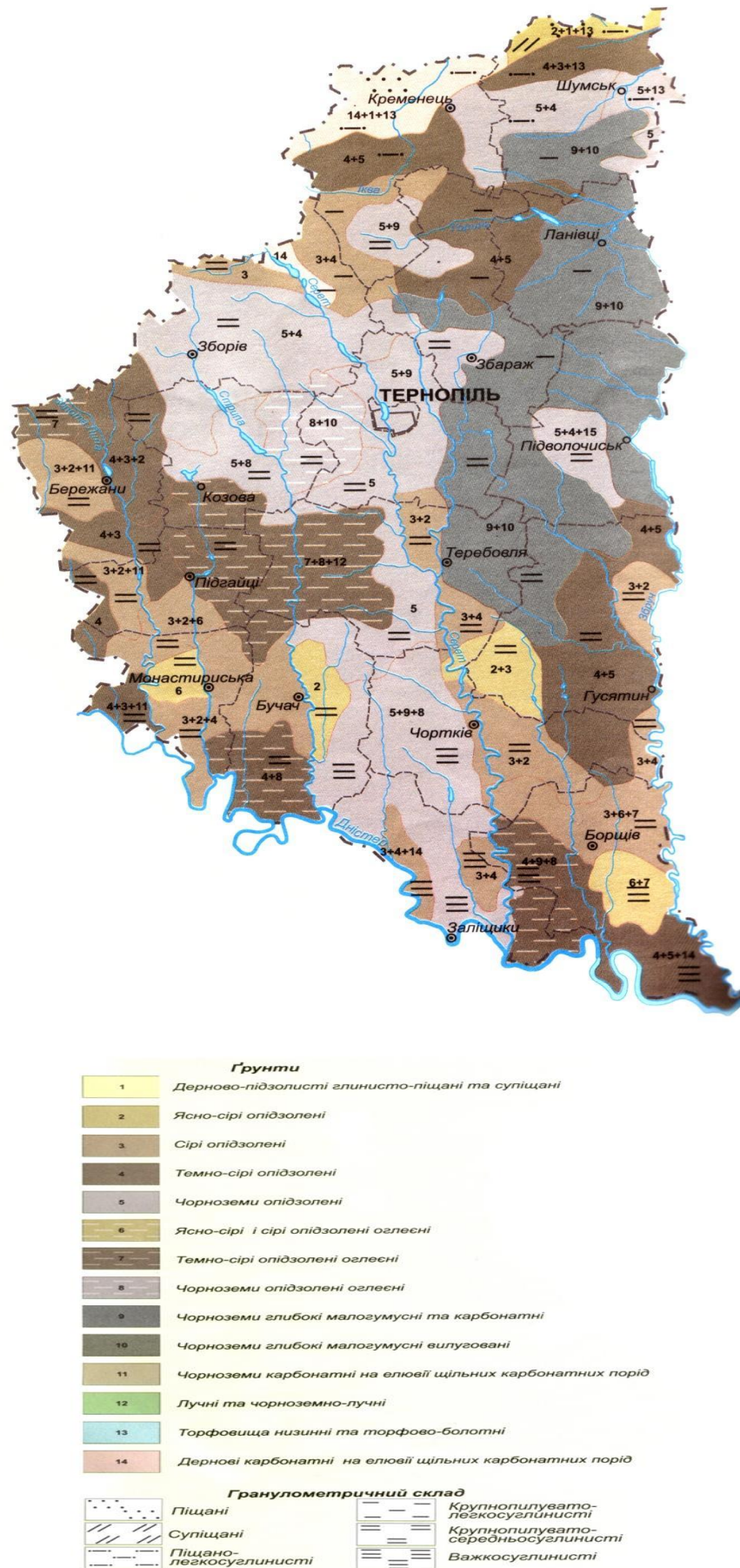


Рисунок 2.2 – Типи ґрунтів Тернопільської області [24]

За гранулометричним складом сірі й ясно-сірі ґрунти середньо-, рідше, легкосуглинкові з перевагою пилюватих фракцій. Вміст глинистих часточок у цих ґрунтах різко змінюється за профілем: в елювіальних горизонтах кількість цих часточок зменшується і збільшується кількість піщаних та пилюватих; в ілювіальних горизонтах – навпаки, збільшується кількість мулистих часточок і зменшується кількість піщаних та пилюватих [24].

У периферійній частині заплавл залягають лучно-болотні глибоко- та дрібнопоховані торф'яно-глеєві ґрунти, в центральній частині заплави поширені низинні торфовища.

З погляду впливу ерозії на ґрунти як одного з факторів сучасного рельєфоутворення у басейнових системах, головну роль грають механічна стійкість та водопроникність ґрунтів. Чим менше структурні ґрунти, тим більше змив.

Головною особливістю чорноземів Поділля, особливо Західного, є оглеєність лесових порід, на яких вони утворилися. Ступінь і глибина оглеєння лесів залежить від мезо- й мікрорельєфу. На підвищених, хвилястих, добре дренованих ділянках леси не оглеєні, тому чорноземи, які на них утворилися, відносяться до чорноземів типових. Чорноземи, які залягають на нижчих, але дренованих ділянках, де з'являються сліди тимчасового перезволоження з глибини 1,5–2 м у вигляді залізисто-марганцевих вкраплень, відносять до чорноземів типових луговатих [37].

Найбільш стійкими до ерозії ґрунтами є чорноземи, які мають порівняно міцну структуру та значну водопроникність. Меншою стійкістю до ерозії характеризуються підзолисті ґрунти. Зона розвитку менш стійких до змиву ґрунтів (підзолистих) відповідає області домінування порівняно стійких до ерозії материнських порід. І, навпаки, ґрунти, відносно стійкі до ерозії, утворені переважно на породах, які легко розмиваються [37].

Рослинний покрив. Тернопільська область належить до малолісистих областей України. Площа земель вкритих лісовою рослинністю становить 188,2 тис. га, що становить 14,6 % залісеності території області, трохи менше

середнього показника по Україні (16 %). Лісова рослинність сприяє збільшенню проникності ґрунтів за рахунок утворення порожнеч у ґрунті від відмерлих коренів дерев, а наявність лісової підстилки забезпечує швидке просочування води.

Поверхневі води, які формуються на безлісних і частково заліснених водозборах, мають більш високу мінералізацію, ніж на водозборах, вкритих лісом.

Здебільшого лісові масиви зустрічаються в річкових долинах і балках, у той час як водороздільні простори переважно являють собою розорані степові ландшафти. В області переважають твердолистяні насадження, що становлять 82,5 %, тобто 119,4 тис. га, головними представниками є сосна (75,1 %), ялина і модрина (рис. 2.3).

На м'яколистяні породи (береза, вільха, осика, тополя) в лісах області припадає незначна частка – 3,4 %.

Досить поширена в лісостеповій зоні та лучна рослинність, представлена майже виключно заплавленими луками.

Луки описуваної території займають приуслову і почасти центральну частину заплави з дерновими та луговими ґрунтами поширеними серед них є формації лисохвоста лугового, вівсяниці лугової, райграсу високого та запашного колоска.

На Тернопільщині представниками широколистяних лісів області є дубово-грабові, грабово-букові, рідше букові і дубові дерева. У південній частині області на території Бережанського горбогір'я значні площі займають букові ліси. Окремі ділянки реліктових соснових лісів зустрічаються в північній частині області [24].

2.4 Кліматичні умови

Взаємодія географічних чинників з радіаційних та циркуляційних процесів кліматоутворення територія Тернопілля перебуває в межах Східно-

Європейського сектору помірному поясу атлантико-континентальної кліматичної області.

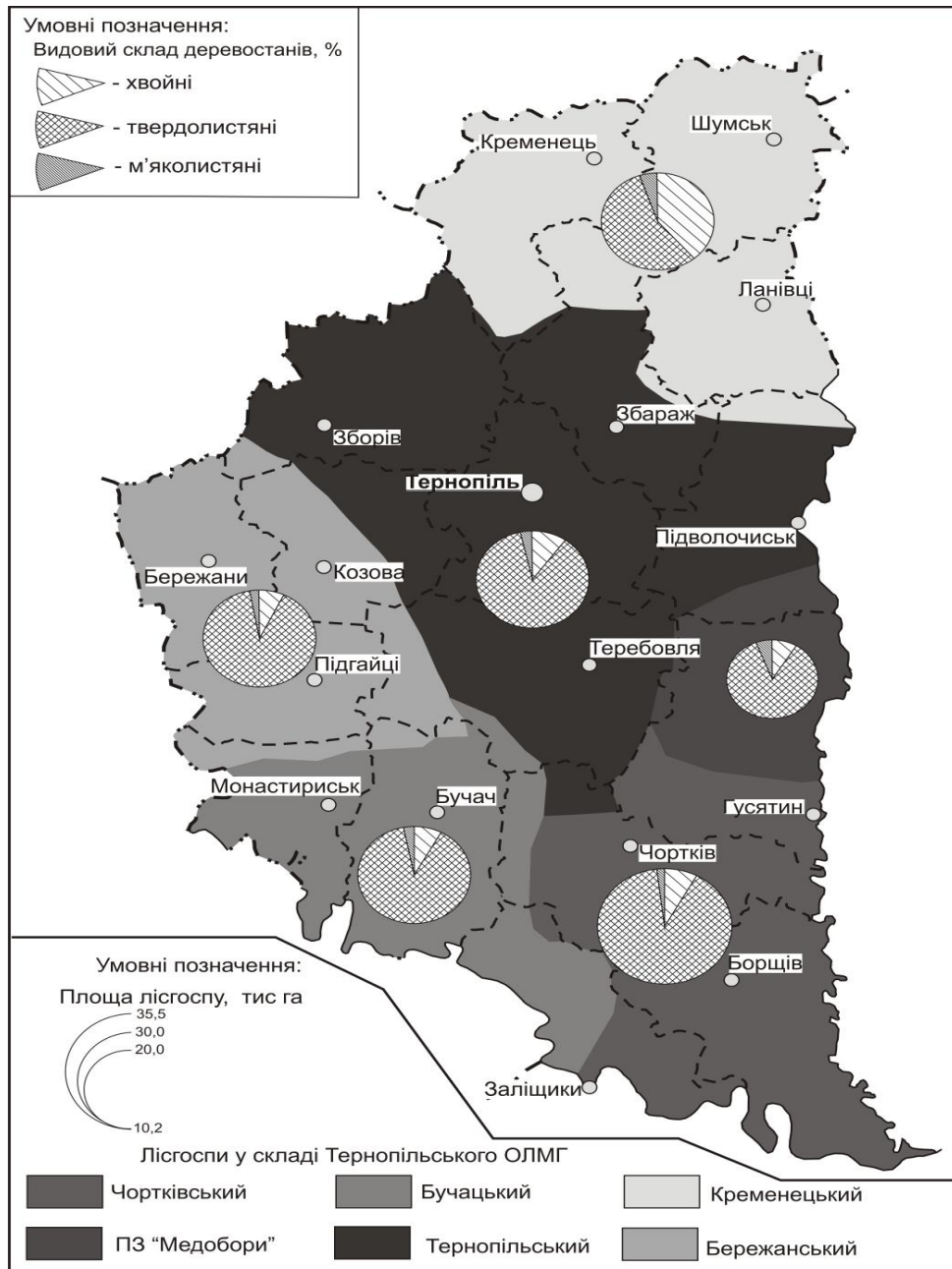


Рисунок 2.3 – Видовий склад лісів Тернопільської області в межах окремих лісгоспів [24]

Кліматичні умови лівобережжя Дністра визначаються передусім досить високим припливом сонячного тепла. Сумарна радіація за рік складає 4200–4600 кДж/м². Однак значна частина отриманого тепла витрачається на

випаровування. Широтне положення визначає висоту сонця, тривалість дня і сонячного сяння в годинах. Сумарна радіація на височинах більша, ніж у низовинах, ще суттєвіше вона зростає і на південних схилах.

Перенос повітряних мас із заходу, проходження циклонів і антициклонів пов'язано із циркуляційними процесами на території України і відрізняються сезонними змінами. Зимове арктичне повітря дещо трансформоване. Протягом року панує континентальне помірне повітря, проте з північної Атлантики часто приходить трансформоване морське помірне повітря.

Влітку швидкість вітру змінюється від 2,2 м/с до 2,6 м/с в середньому за місяць, а взимку від 3,4 м/с до 4,3 м/с. На досліджуваній території відмічається переважання вітрів західного, північно-західного та південно-східного напрямку (табл. 2.1). З листопада по березень по всій області відмічається підвищення швидкості вітрів.

Таблиця 2.1 – Середня багаторічна повторюваність напрямку вітру (%) для окремих метеостанцій Тернопільської обл. [37]

Метеостанція	Напря́м вітру							
	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
Біла Криниця	9	5	9	22	11	13	16	15
Тернопіль	8	6	12	20	9	17	14	14
Чортків	7	4	7	24	6	4	12	36

Своєрідність клімату області зумовлена в першу чергу розташування на Подільській височині зі значною протяжністю (200 км) з півночі на південь, широтне положення, коливання абсолютної висоти від 443 м до 116 м, розчленованістю та форми рельєфу, експозиції схилів та інші особливості ландшафтів.

Середні температури січня змінюються від -4 °С на заході до -6 °С на сході, середні температури липня – відповідно від 18°С до 21–22°С (табл. 2.2). У східному напрямку зростає період із температурами вище 10°С та зменшується тривалість безморозного періоду (на заході – 180–190, а на

південному сході – 140–150 днів на рік). Середня температура помірного сезону тут вище, ніж у центральній Поділля на 0,8°C, а його тривалість довша на 10 днів.

Таблиця 2.2 – Середні місячні та річні температури повітря для окремих метеостанцій Тернопільської обл. [37]

Метеостанція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Бережани	-4,1	-2,7	1,5	8,3	13,7	16,7	18,3	17,6	13,2	8,0	2,8	-1,9	7,5
Тернопіль	-4,8	-3,8	0,4	7,7	13,6	16,7	18,3	17,6	13,1	7,4	2,1	-2,6	7,0
Чортків	-4,3	-2,9	1,4	8,5	14,2	17,1	18,7	18,0	13,5	8,1	2,6	-2,2	7,5

Другим фактором просторової диференціації кліматичних умов у межах лівобережжя Дністра виступає розподіл опадів, обумовлений трансформацією повітряних мас при переважно західному (атлантичному) переміщенні повітря в середньому випадає 500–650 мм (табл. 2.3). При цьому характерною ознакою клімату тут виступає нестабільність зволоження – більш вологі роки чергуються з посушливими, а східна частина, до того ж, часто зазнає згубного впливу суховіїв (тут щороку спостерігається до 12 днів із суховіями). У південно-східному напрямку лівобережжя ознаки континентальності клімату посилюються.

Таблиця 2.3 – Місячні та річні суми атмосферних опадів для окремих метеостанцій Тернопільської обл. [37]

Метеостанція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Бережани	37	39	46	47	80	85	91	65	57	44	37	34	662
Тернопіль	32	32	42	37	66	82	93	66	55	38	33	31	607
Чортків	36	35	46	39	59	75	73	59	53	40	31	29	575

Весна в середньому триває 2–2,5 місяці. Тривалість періоду із температурою вище 0° становить 257–265 днів. Середня дата останніх

заморозків навесні припадає на 19–22 квітня. У квітні в середньому зареєстровано 2–5 днів із суховіями.

За початок літнього сезону прийнято дату переходу середньодобової температури повітря через 15°. Літо на лівобережжі Дністра помірно тепле настає в кінці травня і триває до першої декади вересня.

Початком осіннього сезону прийнято вважати перехід середньодобової температури повітря через +10 °С до нижчих температур. Теплий передосінній період триває 24–25 днів, середньодобова температура повітря коливається в межах 10–15 °С.

Для Тернопільської області характерні зими без стійкого снігового покриву до 24–29 % на півдні, півночі і заході області та до 15 % у східних районах. Руйнування снігового покриву може спостерігатися від другої декади лютого до першої декади травня в районі Бережан, а в середньому в кінці березня (27-29.III). Найбільша висота снігового покриву фіксується у другій декаді лютого (до 9–16 см), на початку зимового періоду 1–4 см у третій декаді листопада та 3–5 см у третій декаді березня [111].

2.5 Техногенне навантаження

Тернопільська область займає близько 2,3 % території України і має площу 13 823 км². Населення області (на 01.01.2022) становило 1022 тис. осіб [48]. У складі області три райони: Кременецький, Тернопільський, Чортківський. В області налічується 1057 населених пунктів, зокрема: 35 міст, 17 селищ міського типу (або просто селищ згідно із Законом України «Про порядок вирішення окремих питань адміністративно-територіального устрою України», що набув чинності 26 січня 2024 р.) та 1022 населених пункти сільського типу [48]. За винятком Тернополя (бл. 220 тис. осіб), Чорткова (бл. 30 тис. осіб) та Кременця (бл. 22,0 тис. осіб) інші міста області мають чисельність населення від 5,0 до 20,0 тис. осіб.

На комунально-побутові потреби населення області (за даними передвоєнного, 2021 р.) використано 14,9 млн м³ води. З них основна частина (10,5 млн м³) використана для забезпечення потреб мешканців м. Тернопіль [39].

Більша частина міст області підключена до комунальних очисних споруд. У сільській місцевості збір стічних вод здійснюється в індивідуальні септики або вигреби, які є одними з потенційних джерел забруднення підземних водоносних горизонтів у басейні Дністра [83].

Недостатній ступінь очищення міських стічних вод або взагалі відсутність їх очистки є основною причиною забруднення річок області органічними речовинами. Органічне забруднення приводить до зміни видового складу гідробіонтів або навіть їх загибелі, через значні зміни у кисневому балансі поверхневих вод. За непрямыми показниками БСК і ХСК зі стічними водами міст області надходить до 60 % органічних речовин (по БСК) і 70 % (по ХСК).

Неочищені стічні води комунального господарства є також основними джерелами надходження до водних об'єктів біогенних речовин, зокрема азоту (N) і фосфору (P), що стимулює евтрофікацію поверхневих вод. Забруднення біогенними речовинами пов'язане із широким використанням фосфоровмісних пральних порошків і миючих засобів. Ефективність «вилучення» фосфору із стічних вод очисними спорудами низька (не перевищує 20 %) через застаріле обладнання, що не дозволяє досягти навіть проєктних значень [83].

Сільське господарство та промисловість (харчова, легка та ін.) займають перші місця серед галузей народного господарства області.

В області один з найвищих показників розораності по Україні – 62 % (близько 850 тис. га), при цьому 75,9 % земель області зайнято під сільське господарство. Понад 80 % угідь зайнято під ріллі у центральній, східній і південній частинах області, що зумовлено особливостями ландшафтної структури [25].

Сільське господарство створює основу експортного потенціалу області і дає 30 % валового внутрішнього продукту регіону, забезпечуючи потреби населення області в основних харчових продуктах та потреби переробної промисловості у сировині. Серед галузей сільського господарства переважає рослинництво, яке займається вирощуванням озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи, цукрового буряка, озимого ріпака, що складає 66 % валової продукції області. На тваринництво припадає 34 % валової продукції, що забезпечується такими господарствами як скотарство, свинарство та птахівництво [25]. При цьому стічні води від сільськогосподарських підприємств проходять лише механічну очистку, а отже видалення органічних речовин не забезпечуються навіть на достатньому рівні. Водовідведення індивідуальних господарств, у яких взагалі відсутнє підключення до каналізаційної мережі, здійснюється шляхом накопичення у відстійниках, з яких стічні води фільтруються в найближчі горизонти підземних вод та разом із ними дренуються поверхневими водами [83].

В області в останні роки відбувається поступове зменшення екологічної стійкості та продуктивності сільськогосподарських угідь, зумовлене в першу чергу нераціональним використанням природних ресурсів. Гостро стоять питання ерозії, перезволоження та заболочення ґрунтів. В області еродовані 391 тис. га (37,4 %) сільськогосподарських угідь, у тому числі слабозмитих – 235 тис. га (22,4 %), середньозмитих – 111 тис. га (10,7 %), сильнозмитих – 44 тис. га (4,2 %). Майже 86 % еродованих сільськогосподарських угідь – це рілля.

Сільське господарство ускладнюється через проблему розвитку в області ярів разом із густою мережею балок, улоговин і тимчасовими водотоками, що на сьогодні займають земельні площі близько 1,8 тис. га.

Крім того близько 90 тис. га займають перезволожені угіддя та понад 60 тис. га – заболочені. Високий рівень ґрунтових вод та велика кількість атмосферних опадів сприяють розвитку процесів перезволоження і заболочення ґрунтів [24].

Понад 200 підприємств різних форм власності – це харчова і переробна промисловість, а саме цукрова, м'ясна, молочна, спиртово-горілчана, кондитерська, тютюнова, плодоовочеконсервна, борошномельна, що виробляють 60 % від загального обсягу виробництва. На харчову промисловість припадає 43,6 % вартості всієї виробленої промислової продукції області [25].

На сьогодні пріоритетними в харчовій промисловості є такі галузі, як молокопереробна, спиртова, лікєро-горілчана і кондитерська. У минулому провідною була цукрова промисловість.

Також в області розвинутими галузями промисловості є легка, машинобудівна, деревообробна і меблева. Легка промисловість Тернопільщини базується на місцевій (шкіра) і привізній сировині (бавовна, шерсть, текстиль, шкіра та ін.) і представлена 24 підприємствами, зокрема ВАТ «Текстерно», ВАТ «Галія», ВАТ «Вінітекс», СП «Білербек-Україна» та ін. Усі підприємства машинобудування працюють на привізному металі, випускаючи трудомістку продукцію: електротехнічні прилади, засоби зв'язку, світлотехнічне обладнання. Найбільші підприємства галузі – ВАТ «Ватра» та СП «Ватра-Шредер» (світлотехнічне обладнання виробничого та культурно-побутового призначення), ВАТ «Оріон» (засоби радіозв'язку), ТОВ «Люїзо» (інструменти з твердих сплавів) [25].

Промислові підприємства часто відводять стічні води без очищення або використовують тільки первинну механічну очистку. Найбільшими забруднювачами водних об'єктів області органічними речовинами є підприємства харчової та деревообробної промисловості [83].

За даними Державного агентства водних ресурсів України, в 2021 році до водних об'єктів області скинуто 30,9 млн м³ стічних вод. З них 16,3 млн м³ очищених на очисних спорудах до «нормативно чистого стану»; 12,4 млн м³ – нормативно чистих – без очищення; 2,2 млн м³ стічних вод скинуто до водних об'єктів (через різні причини) без очищення, тобто – забруднених [39].

Висновки до розділу 2

Аналіз природних умов і техногенного навантаження в межах річково-басейнових систем регіону досліджень дозволив зробити такі висновки:

1. Головну роль у формуванні сучасного рельєфу області відіграли річкові та поверхневі води. Вони створили найголовніші флювіальні морфоскульптури – річкові долини, балки, яри. Загальною рисою річок Тернопільщини є їх меридіональний напрямок. Річковій мережі властиві також ще дві характерні риси: перша – чітке чергування довгих і коротких річок, коли між двома довгими річками зазвичай знаходиться одна коротка; друга – чітко витримане розміщення і напрямок приток річок: всі вони мають північно-західний або південно-східний напрям і розташовуються один навпроти одного так, що ліві притоки однієї річки наче продовжують праві притоки сусідньої. Подільське плато в межах Тернопільської області розчленоване лівими притоками Дністра, серед яких найбільші: Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Нічлава, Збруч.

2. У гідрогеологічному відношенні територія досліджень належить до Подільського гідрогеологічного району Волино-Подільського артезіанського басейну. Найбільш широко використовуються сільським населенням водоносні горизонти у четвертинних та алювіальних (за допомогою колодязів), а також міоценових та верхньокрейдових (неглибокі свердловини) відкладах. Для централізованого водопостачання (глибокі свердловини) використовуються водоносні горизонти у сеноманських, девонських та силурійських відкладах.

3. У структурі ґрунтового покриву Тернопільської області найбільшу площу займають сірі опідзолені ґрунти й чорноземи. Сірі опідзолені ґрунти мають гірші фізичні властивості, вони менш водопроникні, що зумовлює перезволоження верхніх горизонтів. Чорноземи відзначаються досить високою водопроникністю та водотривкістю. Тернопільська область

належить до малолісистих областей України. Середня лісистість області становить 14,6 %.

4. На комунально-побутові потреби населення області (2021 р.) використано 14,9 млн м³ води. З них основну частину (10,5 млн м³) використано для забезпечення потреб мешканців м. Тернопіль. Недостатній ступінь очищення міських стічних вод або взагалі відсутність їх очистки є основною причиною забруднення річок області органічними та біогенними речовинами, що стимулює евтрофікацію поверхневих вод.

5. На тлі високого рівня сільськогосподарського використання території області гостріше проявляються проблеми ерозії, перезволоження, заболочення ґрунтів. Промислові підприємства часто відводять стічні води без очищення або використовують тільки первинну механічну очистку. Найбільшими забруднювачами водних об'єктів області органічними речовинами є підприємства харчової та деревообробної промисловості.

6. У 2021 р. до водних об'єктів області скинуто 30,9 млн м³ стічних вод, з них 2,2 млн м³ – без очищення, тобто забруднених.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНОГО РЕЖИМУ РІЧОК (ПРИТОК ДНІСТРА) ТЕРНОПІЛЬЩИНИ

3.1 Характеристика гідрографічної мережі

Площа басейну Дністра в межах Тернопільщини становить 11,3 тис. км², або 82 % території області (рис. 3.1). За даними Регіонального офісу водних ресурсів у Тернопільській області, до басейну річки Дністер в межах області належить 1174 річок і струмків загальною довжиною 5195 км [95].



Рисунк 3.1 – Водний фонд Тернопільської області, за [24]

Басейни річок – лівих приток Дністра в межах Тернопільщини відносяться до Подільської частини басейну Дністра, розташованої на Волино-Подільській височині. Середня щільність річкової мережі цієї частини області, що відноситься до басейну Дністра, становить $0,48 \text{ км/км}^2$. Вона змінюється від $0,20 \text{ км/км}^2$ до $0,76 \text{ км/км}^2$ в межах окремих річкових басейнів. Особливістю гідрографічної мережі є те, що більшість річок протікає в меридіональному напрямку (з півночі на південь) та має досить значний нахил, який коливається від $0,005 \text{ м/км}$ (верхів'я Серету й Збруча) до 4 м/км (р. Джурин). Зумовлено це тим, що цій ділянці басейну притаманні висхідні рухи земної поверхні. Внаслідок цього долини Дністра і його приток дуже врізані з крутими, місцями каньйоноподібними схилами, які підіймаються над рівнем Дністра на $150\text{--}180$ і більше метрів.

Дністер є найбільшою в області річкою. В межах Тернопільської області довжина річки – 262 км , а загальна – 1362 км (в межах України – 705 км). Площа водозбору в межах області $11\,307 \text{ км}^2$ (площа всієї області – $13\,800 \text{ км}^2$), в межах України – $52\,690 \text{ км}^2$, а загальна – $72\,100 \text{ км}^2$.

Долина Дністра у межах області глибока та часто має каньйоноподібну форму, ширина досить вузька ($0,4\text{--}1,5 \text{ км}$) і тільки у гирлових частинах приток розширюється до $2\text{--}3 \text{ км}$. Схили досить круті, інколи прямовисні. Заплава річки вузька, а річище дуже звивисте, нерозгалужене, має багато перекатів і порогів. Ширина русла $60\text{--}150 \text{ м}$ при середніх глибинах в межінь $1,5\text{--}3,5 \text{ м}$. Швидкість течії змінюється від $0,3$ до $2,0 \text{ м/с}$.

Живлення Дністра змішане, відбувається за рахунок дощових (до 50% об'єму річного стоку), талих (до 30%) і підземних (понад 20%) вод.

Середня річна витрата води за довжиною річки у межах області змінюється від $160 \text{ м}^3/\text{с}$ (м. Галич) до $225 \text{ м}^3/\text{с}$ (м. Заліщики). Таке збільшення середньої річної величини стоку зумовлено впаданням значних лівобережних приток – Золотої Липи, Стрипи, Серету та ін. [37].

Золота Липа має довжину 127 км , площа басейну – 1440 км^2 . Бере початок поблизу с. Гиновичі Тернопільського району в місці злиття Золотої

Липи Дунаєвської та Золотої Липи Поморянської. У верхів'ях Золота Липа (та її притоки) тече у широкій, місцями заболоченій долині, але з високими лісистими схилами. Заплава двостороння, завширшки від 40 м до 1,5 км. Річище помірно звивисте, від м. Бережани до с. Потутори пряме, каналізоване. Нижче сіл Завалів і Задарів річка стає вузькою і звивистою, тому що перерізає на цьому відтинку так званий Подільський вал. Ширина річища – від 5 до 15 м, максимальна – 50 м, пересічна глибина 0,5–2 м, найбільша – 3,2 м.

Водний режим характеризується весняною повінню (формується 48–50 % стоку від загального річного), літньо-осінньою меженю, яка часто переривається значними дощовими паводками (у 1948 р. біля м. Бережани у червні максимальна витрата паводку становила 185 м³/с). Мінімальні витрати у межень не перевищують 0,40–2,50 м³/с.

Воду використовують для технічного водопостачання, меліорації, наповнення ставків та рибиництва. Річище каналізоване впродовж 35 км [24].

Коропець – бере початок на північ від с. Козівка. Довжина 78 км, площа водозбірного басейну – 511 км². Долина до м. Монастирська трапецієвидна, нижче – переважно V-подібна; ширина від 0,2 до 1,2 км, глибина 60–80 м. Річище звивисте, подекуди заболочене; ширина 0,3–20 м. Глибина річки 0,5–1,5 м, максимальна – 2,5 м. У пониззі річки розташовані водоспади. Долина річки тут вузька, каньйоноподібна, врізана у поверхню плато на глибину 160–170 м. Невеликі притоки утворюють глибокі яри, ущелини й каньйони, якими стрімко стікає вода. Представлено каскади водоспадів різних розмірів та типів. Коропець зарегульований водосховищами та ставками. Воду використовують для водопостачання, рибиництва [24].

Стрипа. Довжина річки 147 км. Площа її водозбору становить 1610 км² (майже 12 % території області). Бере початок з джерел поблизу с. Івачева, тече в межах Подільської височини, біля м. Зборів утворюється від злиття декількох невеличких потічків (Стрипи Івачівської, Стрипи Вовчовецької, Стрипи Коршилівської і Східної Стрипи). У верхній течії долина неглибока

(18–20 м), з пологими схилами, нижче – трапецієподібна, від с. Золотники V-подібна; пересічна ширина 0,6–1,0 км. Заплава двостороння (ширина 0,1–0,9 км), подекуди переривчаста. Річище помірно звивисте, у верхів'ї зарегульоване водосховищами.

Особливості водного режиму зумовлені характером живлення річки, а тому стік характеризується весняною повінню і дощовими паводками у літньо-осінній період, а також незначні підйоми рівня води зимою.

Середньорічні витрати води 15–19 м³/с. Максимальні витрати води весняного стоку коливаються від 100 м³/с до 150 м³/с, мінімальні літні витрати води 0,5–1,5 м³/с та зимові 0,3–0,9 м³/с. Майже щороку літом проходять один-два інтенсивні дощові паводки тривалістю 10–15 днів, і в окремі роки максимальними витратами за рік є витрати паводків.

У пониззі річки розташовані водоспади. Долина річки тут вузька, каньйоноподібна, врізана у поверхню плато на глибину 160–170 м. Невеликі притоки утворюють глибокі яри, ущелини й каньйони, якими стрімко стікає вода. Водоспади утворюють каскади з 15–20 водоспадів різних розмірів та типів. Найвідомішими є каскади водоспадів біля сіл Русилів, Сокілець, Скоморохи та в інших місцях.

Воду річки використовують для технологічного водопостачання (міста Зборів і Бучач) [24].

Найдовша у межах області із приток Дністра є річка **Серет**. Площа її басейну 3900 км², що становить майже 1/3 площі області. Річка утворюється від злиття кількох потічків (Серет Правий, Серет Лівий, В'ятима, Граберка) біля с. Ратищі. Витоки Серету та верхня його течія до Тернополя мають широкі, симетричні заболочені долини, де побудовані великі водосховища (Залозецьке, Вертелківське-1, Вертелківське-2, Верхньоівачівське-1, Тернопільське). За Тернополем долина Серету звужується, а нижче с. Буцнів стає звивистою, з крутими схилами, переважно залісненими. У середній та нижній течії побудовані Скородинське, Касперівське, Більче-Золотецьке водосховища.

Живлення р. Серет переважно снігове, тому у водному режимі досить чітко виділяється висока весняна повінь, низька літня межень, яка порушується дощовими наводками. У зимовий період також спостерігаються підйоми рівня під час відлиг.

Весняна повінь починається на початку березня і триває в середньому місяць. Максимальні річні витрати води припадають на весну і коливаються за довжиною ріки від 54 м³/с (с. Городище) до 313 м³/с (м. Чортків).

Мінімальні рівні спостерігаються у літню і зимову межень.

Серет використовується для промислового водопостачання, гідроенергетики, риборозведення, а тому зарегульований численними ставками та водосховищами [24].

Нічлава – річка довжиною 83 км, площа водозбірного басейну 871 км². Бере початок на північ від с. Чагарі. Долина у верхів'ї коритоподібна, нижче каньйоноподібна. Заплава двостороння, ширина 100–400 м, на окремих ділянках відсутня. Річище звивисте, ширина від 0,3 до 5,6 м (найбільша – 22,0 м), глибина – 0,2–1,7 м (під час межені). Споруджено Борщівське, Котівське водосховища, є ставки. Воду використовують для сільськогосподарського та технічного водопостачання [24].

Збруч – друга за довжиною притока Дністра в області. Довжина річки 247 км, площа водозбору 3330 км². Русло річки є межею між Хмельницькою та Тернопільською областями України.

Збруч спочатку тече у широкій заболоченій долині поблизу с. Улянове Хмельницької області на Авратинській височині, але вже від смт Підволочиськ долина глибока і вужчає, а від с. Тарноруда стає глибокою і звивистою, зі стрімкими, дуже мальовничими схилами, особливо високими на відтинку при перетині Товтрової гряди.

Частка снігового живлення становить до 45–50 % річної величини стоку. Рівневий режим характеризується порівняно високою весняною повінню, літньою і зимовою меженню та дощовими паводками. Наявність гребель також впливає на водний режим, особливо рівневий.

За період спостережень максимальні витрати води коливаються від 97,0 м³/с (м. Волочиськ) до 128 м³/с (с. Витківці), найменші літні — відповідно від 0,18 м³/с до 7,0 м³/с. Під час літніх паводків відмічається підйоми рівнів на 0,4-0,5 м.

Річка використовується для гідроенергетики та промислового водопостачання. На річці в межах Тернопільщини побудовано дві ГЕС (Боднарівська та Мартинківська) потужністю, відповідно, 600 та 500 кВт.

Ліві притоки Дністра в межах області характеризуються щорічним весняним водопіллям, коли проходить від 40 % до 60 % об'єму річного стоку, низькою літньою меженню з окремими дощовими паводками, низькою зимовою меженню, яка під час відлиг може перериватися підняттям рівнів води.

Середні строки початку весняної повені – перша декада березня, а найбільш ранні – остання декада січня – перші числа лютого, найбільш пізні – кінець березня – початок квітня. Інтенсивність підйому повені на річках коливається в межах 10–60 см за добу. Спад рівня весняної повені в середньому закінчується в першій половині квітня. Проте тривалі весняні дощі можуть продовжити повінь на два-три тижні [18].

Літньо-осіння межень на притоках Дністра в межах області починається у квітні-травні, її тривалість коливається від 108 днів (Золота Липа) до 166 днів (Стрипа). Зимова межень починається на річках області переважно у грудні і закінчується в лютому. В окремі роки літня межень переходить у зимову без підвищення рівня води. У меженну фазу водного режиму (зимову та літню) річки живляться за рахунок підземних вод.

Влітку паводки на річках регіону утворюються щорічно внаслідок випадання зливових дощів. В окремі роки формуються особливо великі паводки, які супроводжуються розливом води і катастрофічними наслідками [18].

Термічний режим приток Дністра в області обумовлений річним ходом температури повітря при цьому відчувається вплив підземного живлення

річок на окремих ділянках, коли взимку температура води підвищується, а влітку понижується. Це характерно для річок Коропець, Джурин, Серет. Скидання промислових та побутових вод найбільш відчутно на річках Збруч, Серет.

У найтепліший місяць (липень) температура води для річок з помірним підземним живленням – 18,9°C (максимум 20,8°C), а для річок з підвищеним підземним живленням – 17,0°C (максимум 19,8°C).

Інтенсивність нагрівання річкових вод найбільша з квітня до липня, а у березні-квітні досить повільна. Осінньо-льодові утворення на річках з'являються наприкінці листопада – на початку грудня при переході температури повітря до від'ємних значень. Середня тривалість льодоставу – два-три місяці (найбільша – чотири місяці, найменша – 14 днів). Утворення стійкого льодоставу припадає на кінець грудня. Скресують річки області наприкінці лютого – на початку березня. Під час скресання річок, а також у зимові відлиги, наявні затори криги, при яких дещо підіймається рівень води. Підйоми невеликі – 0,3–0,5 м, інколи – 1–2 м [17].

3.2 Багаторічні коливання стоку річок

Оцінка тенденцій багаторічних коливань річкового стоку є важливим завданням в контексті раціонального використання водних ресурсів та прогнозування водності річок [9, 71]. На коливання водності мають вплив зональні та азональні фактори. Вплив азональних факторів майже нівелюється в ході дослідження великих водозборів, а для малих та середніх такі фактори є визначальними. Саме тому у дослідженні проведено оцінку циклічності коливань гідрологічних характеристик малих та середніх річок басейну річки Дністер в межах Тернопільської області.

Для оцінки багаторічних коливань стоку води (середньорічного, максимального та мінімального) використано дані спостережень за стоком води 11 гідрологічних постів лівобережжя Дністра за наявний період

спостережень до 2020 року включно. Багаторічна мінливість річкового стоку у роботі проаналізована для таких річок: Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Нічлава, Збруч.

Для оцінки багаторічних тенденцій коливань характеристик стоку води було застосовано метод різницевих інтегральних кривих, що широко використовується при вивченні закономірностей коливань часових рядів. Різницеві інтегральні криві є ефективним інструментом для виявлення багаторічної мінливості характеристик річкового стоку та дозволяють виявити тенденції до групування років багатководних та маловодних. Аналіз різницевих інтегральних кривих також дає змогу прослідкувати динаміку розвитку циклів водності на часовій шкалі та встановити якісні й кількісні тенденції їхніх змін [14, 29].

Для репрезентативної статистичної обробки вихідної інформації та подальшої оцінки тенденцій багаторічних коливань стоку необхідно мати тривалий, безперервний ряд спостережень [70]. З обраних для дослідження гідрологічних постів у басейні Дністра такий часовий ряд наявний лише для гідрологічного поста р. Серет – м. Чортків (період спостережень за середньорічним стоком води – 1945–2020 рр.). Саме тому за допомогою рівняння лінійної регресії на основі поста-аналога було відновлено ряди спостережень на гідрологічних постах Бережани, Задарів, Підгайці, Коропець, Стрільківці та Волочиськ. Коефіцієнт кореляції між зазначеними постами та гідрологічним постом р. Серет – м. Чортків коливається в межах 0,8–0,9, що дає підстави для статистично обґрунтованого відновлення даних спостережень і приведення їх до спільного періоду [10, 129].

За допомогою аналізу побудованих для кожного досліджуваного гідрологічного поста в басейні Дністра різницевих інтегральних кривих оцінено тенденції змін багаторічної динаміки середньорічного стоку води (рис. 3.2).

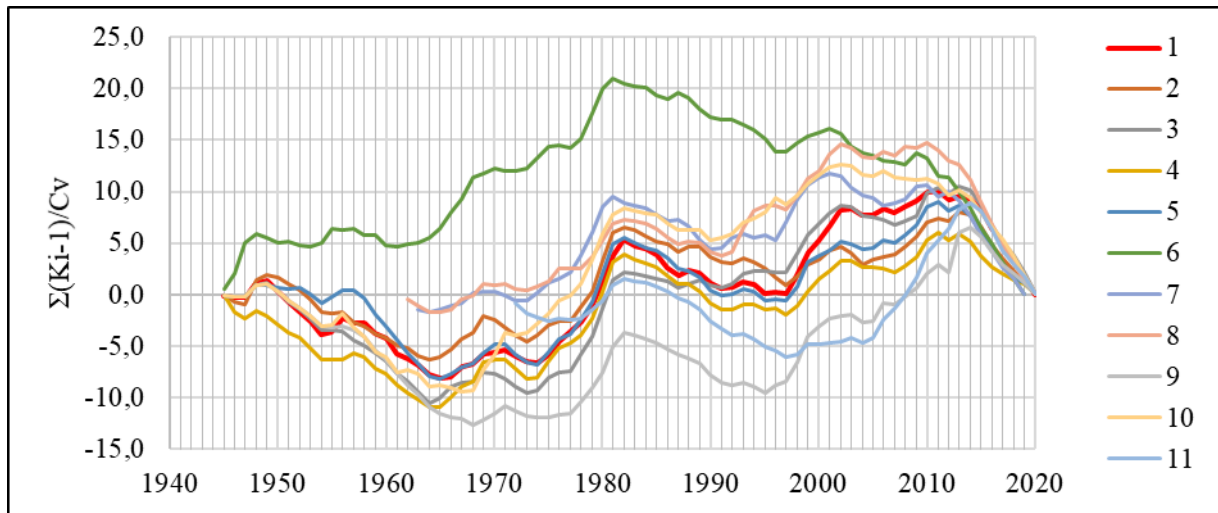


Рисунок 3.2 – Суміщені різницеві інтегральні криві середньорічного стоку води лівобережних приток Дністра:

- 1) р. Серет – м. Чортків; 2) р. Золота Липа – м. Бережани; 3) р. Золота Липа – с. Задарів;
- 4) р. Коропець – м. Підгайці; 5) р. Коропець – смт Коропець; 6) р. Стрипа – х. Каплинці;
- 7) р. Стрипа – м. Бучач; 8) р. Серет – смт Велика Березовиця; 9) р. Нічлава – с. Стрільківці;
- 10) р. Збруч – м. Волочиськ; 11) р. Збруч – с. Завалля

Коливання середнього річного стоку досліджуваних річок є синхронними. На їх основі виділено дві маловодні фази – 1949–1966, 1983–1997 роки та дві багатоводні фази водності – 1967–1982, 1998–2011 роки. З 2012 року на річках басейну розпочалася маловодна фаза.

Сучасний період характеризується тенденцією до зниження величин стокових характеристик для переважної більшості річок України [14, 32, 65]. У даному випадку ліві притоки Дністра в межах Тернопільської області не стали винятком. Маловодна фаза стоку, що спостерігається, суттєво впливає на погіршення якості води у річках, особливо у період літньо-осінньої межені. Це обумовлено зниженням здатності річок до самоочищення через їх меншу водність.

У роботі також проаналізовано максимальний стік води (весняного водопілля та паводків теплого періоду року) лівобережних приток Дністра.

Максимальні витрати води весняного водопілля та дощових паводків обумовлюють загальні риси режиму стоку річок. Об'єм стоку вищенаведених

фаз водного режиму становить переважну частину стоку [129]. Весняна повінь є характерною фазою гідрологічного режиму річок басейну Дністра і складає в середньому від 30 до 80 % об'єму стоку за рік [41].

Відповідно до побудованого суміщеного графіка можемо зробити висновок, що багаторічні коливання максимального стоку весняного водопілля синфазні, а з початку 90-х років на річках басейну спостерігається яскраво виражена тенденція до зниження водності у цей період (рис. 3.3).

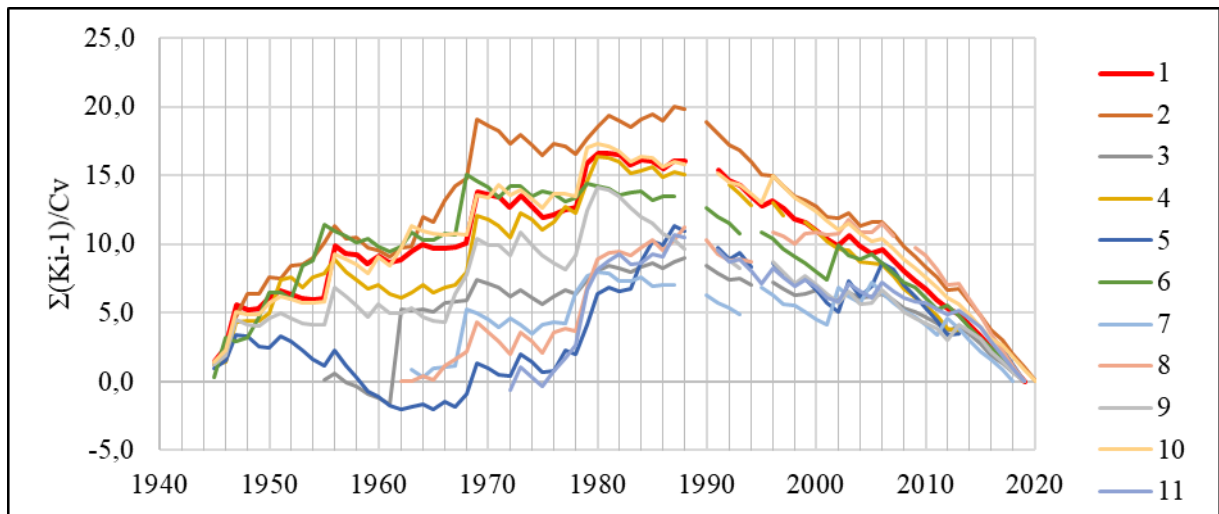


Рисунок 3.3 – Суміщені різницеві інтегральні криві максимального стоку води під час весняного водопілля лівобережних приток Дністра:

- 1) р. Серет – м. Чортків; 2) р. Золота Липа – м. Бережани; 3) р. Золота Липа – с. Задарів;
- 4) р. Коропець – м. Підгайці; 5) р. Коропець – смт Коропець; 6) р. Стрипа – х. Каплинці;
- 7) р. Стрипа – м. Бучач; 8) р. Серет – смт Велика Березовиця; 9) р. Нічлава – с. Стрілківці;
- 10) р. Збруч – м. Волочиськ; 11) р. Збруч – с. Завалля

Мінливість коливань максимальних витрат води паводків теплого періоду року характеризується синфазністю, з асинфазністю в окремі періоди, що, в свою чергу, пов'язано з нерівномірністю випадіння атмосферних опадів у межах басейну (рис. 3.4).

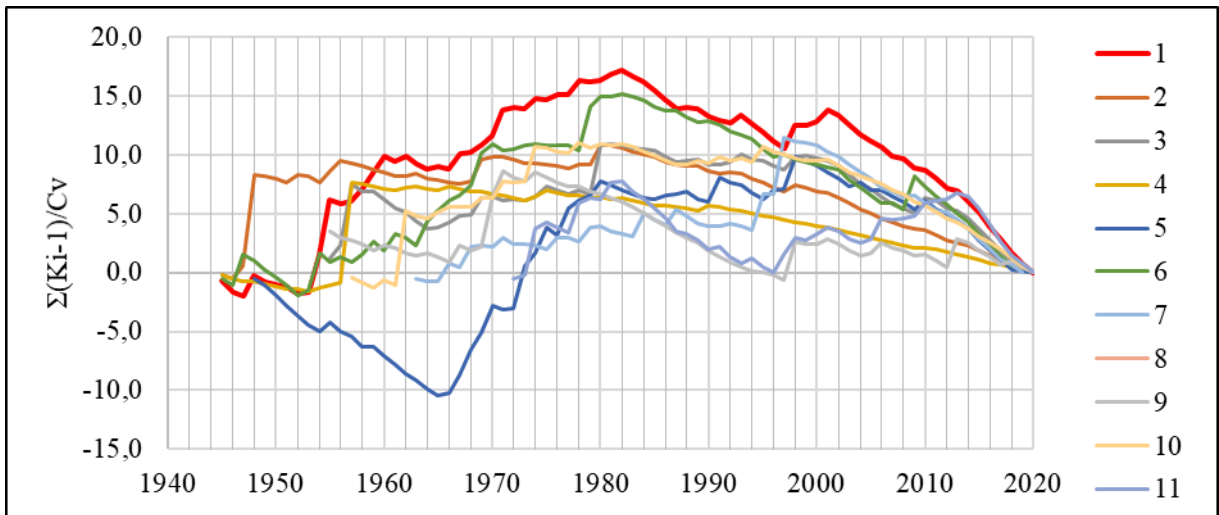


Рисунок 3.4 – Суміщені різницеві інтегральні криві максимального стоку води паводків теплого періоду року лівобережних приток Дністра:

- 1) р. Серет – м. Чортків; 2) р. Золота Липа – м. Бережани; 3) р. Золота Липа – с. Задарів;
- 4) р. Коропець – м. Підгайці; 5) р. Коропець – смт Коропець; 6) р. Стрипа – х. Каплинці;
- 7) р. Стрипа – м. Бучач; 8) р. Серет – смт Велика Березовиця; 9) р. Нічлава – с. Стрільківці;
- 10) р. Збруч – м. Волочиськ; 11) р. Збруч – с. Завалля

Зафіксовано згладжені коливання максимальних витрат води паводків теплого періоду для гідрологічного поста р. Коропець – м. Підгайці, що пов'язано з високим рівнем антропогенного навантаження (рівні води в підпорі через засмічення русла річки, скиди стічних вод міста, попуски з розташованих вище ставків рибного господарства, виходи ґрунтових вод, в басейні річки до створу поста проводиться забір води для промислового і комунального водопостачання) [40].

Починаючи з 2014 року усі досліджувані річки басейну характеризуються тенденцією до зменшення максимальних витрат води паводків теплого періоду року.

Значення характеристик мінімального стоку води зимового періоду року безпосередньо залежать від температурного режиму (характер зими, наявність/відсутність відлиг, снігонакопичення, глибина промерзання ґрунту) та зумовлені факторами підстильної поверхні (геоморфологічна та геологічна

будова території). Для літньо-осіннього періоду провідними у формуванні мінімального стоку річок також є кліматичні (температурний режим, кількість та характер випадіння опадів, тривалість бездощового періоду) та гідрогеологічні умови території [32].

Тенденції коливань мінімального стоку зимового періоду та періоду відкритого русла річок басейну Дністра оцінено для гідрологічних постів р. Золота Липа – с. Задарів, р. Стрипа – х. Каплинці, р. Нічлава – с. Стрілківці, р. Збруч – м. Волочиськ та р. Збруч – с. Завалля.

Для гідрологічних постів на річках з високим ступенем зарегулювання стоку (р. Серет – м. Чортків, р. Золота Липа – м. Бережани, р. Коропець – м. Підгайці, р. Коропець – смт Коропець, р. Стрипа – м. Бучач, р. Серет – смт Велика Березовиця) оцінка не проводилась через відсутність відповідних розрахункових стокових характеристик для цього періоду у Державному кадастрі [41].

У результаті аналізу побудованих суміщених інтегральних кривих характеристик мінімального стоку зимового періоду виявлено, що їх коливання є синфазними, за винятком гідрологічного поста р. Збруч – с. Завалля (рис. 3.5). Така ситуація зумовлена тим, що на гідрологічний режим річки в даному створі має вплив Кудриницька ГЕС, що розташована вище поста, також в басейні річки до створу поста наявні ставки і водосховища [40].

Також у ході дослідження оцінено багаторічні коливання мінімальних витрат води періоду відкритого русла (рис. 3.6). Спільні тенденції коливань мінімальних стокових характеристик мають гідрологічні пости р. Збруч – м. Волочиськ, р. Золота Липа – с. Задарів та р. Нічлава – с. Стрілківці. Багаторічні коливання мінімального стоку періоду відкритого русла таких гідрологічних постів, як р. Стрипа – х. Каплинці та р. Збруч – с. Завалля характеризуються більш згладженими коливаннями порівняно з перерахованими вище гідрологічними постами.

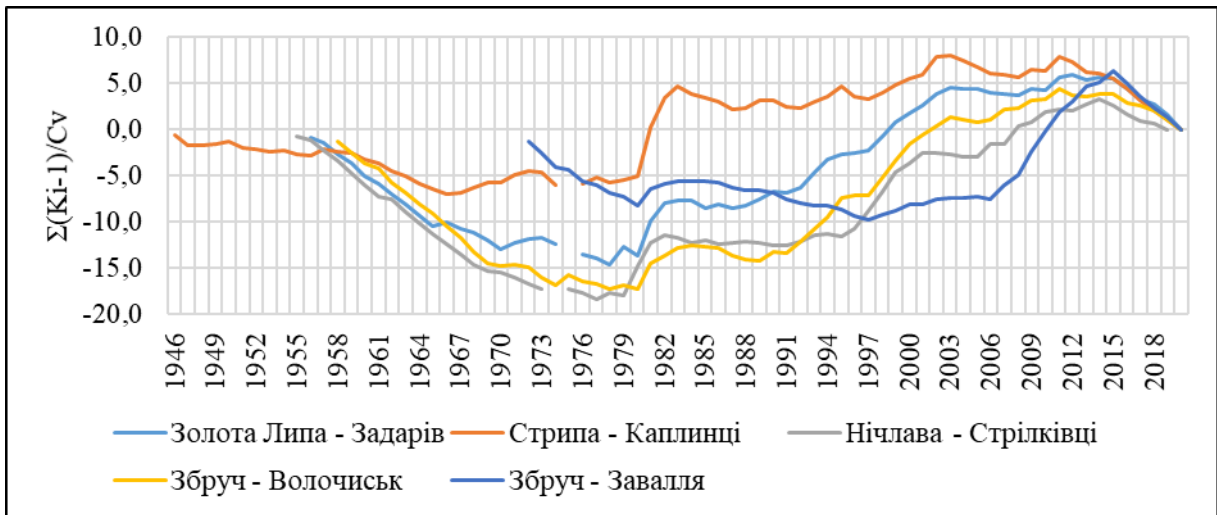


Рисунок 3.5 – Суміщені різницеві інтегральні криві мінімального стоку води зимового періоду лівобережних приток Дністра

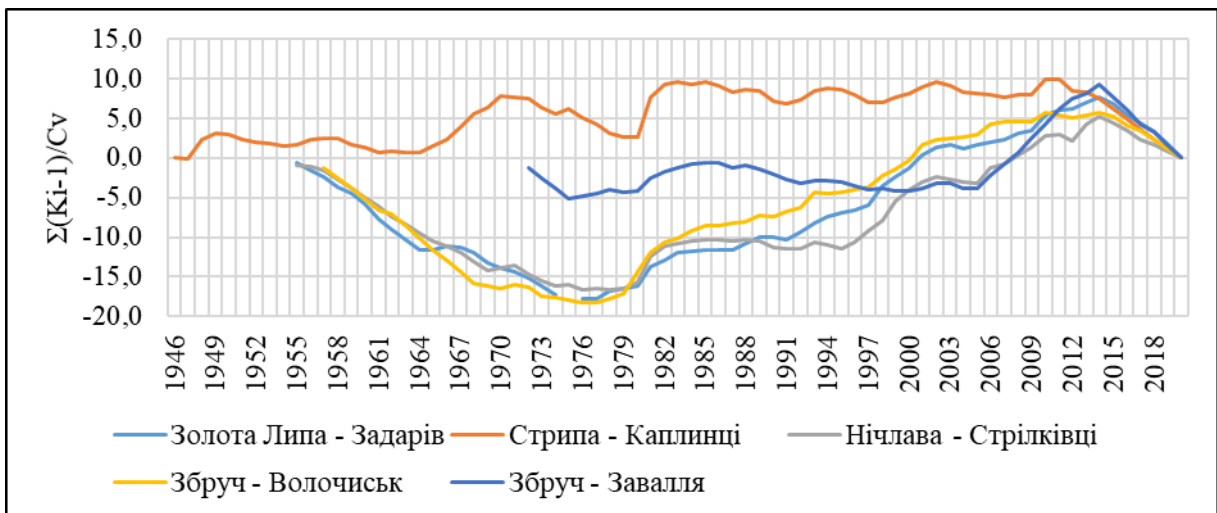


Рисунок 3.6 – Суміщені різницеві інтегральні криві мінімального стоку води періоду відкритого русла лівобережних приток Дністра

Починаючи з 2015 року мінімальні витрати води річок лівобережжя Дністра у межах Тернопільської області характеризуються тенденцією до зниження.

Отже, багаторічні коливання характеристик витрат води досліджуваних річок у межах басейну Дністра характеризуються тенденцією до зниження в сучасний період (з 2014/2015 років), що безпосередньо є наслідком впливу сучасних кліматичних змін та антропогенного навантаження.

3.3 Внутрішньорічний розподіл стоку

Вивчення та розрахунки внутрішньорічного розподілу стоку є надзвичайно важливим завданням гідрології як з практичної, так і з наукової точок зору [30, 103]. Внутрішньорічний розподіл стоку річок обумовлюється зональними та азональними факторами, а отже його дослідження включає комплексну оцінку формування стоку. Басейн Дністра характеризується неоднорідністю та різноманіттям умов формування стоку води [83].

Чинники впливу на внутрішньорічний розподіл стоку поділяються на дві основні групи: кліматичні фактори та фактори підстильної поверхні (до них відносять і антропогенний фактор). Внутрішньорічний розподіл стоку визначають переважно кліматичні фактори. Зміни клімату, через зміни складових водного балансу, визначають зміни у внутрішньорічному розподілі стоку. Місцеві фізико-географічні фактори (озерність, залісеність, заболоченість, площа водозбору, ґрунтовий покрив, глибина залягання ґрунтових вод, карст та ін.), в свою чергу, також впливають на внутрішньорічний розподіл стоку. Серед представлених вище груп виділяють стокоутворюючі фактори (прямі), які формують стік, непрямі та умовні. Стокоутворюючі – опади та підземні води, їх розподіл по території підпорядковується закону географічної зональності. Непрямі – температура повітря і ґрунту, дефіцит вологості повітря, випаровування. Умовні – площа басейну, середня висота/довжина/ширина водозбору, глибина ерозійного врізу русла, похил русла, густина річкової мережі. Антропогенний вплив відносять до факторів впливу підстильної поверхні, а за генетичним впливом – до непрямих факторів [12, 13, 32].

Для проведення дослідження використано дані спостережень за середньомісячним стоком води шести лівих приток Дністра (Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Нічлава, Збруч) в межах Тернопільської області за весь наявний період спостережень по 2020 рік включно.

Маючи дані спостережень за не менш ніж 15 років, розрахунок внутрішньорічного розподілу стоку рекомендовано виконувати за моделлю реального року або методом компонування сезонів.

Розрахунок внутрішньорічного стоку подільських приток Дністра у роботі виконано за допомогою моделі реального року. Цей метод полягає у виборі з наявного ряду спостережень за стоком води моделей трьох реальних років, характерних за водністю і розподілом стоку з емпіричною забезпеченістю річного та сезонного стоку близькою до заданої [29].

Внутрішньорічний розподіл стоку розраховується за водогосподарськими роками, початок яких припадає на багатоводний сезон (весняне водопілля). Межі сезонів обираються однаковими для всіх років за період спостережень із заокругленням до місяця. Розрахункова ймовірність перевищення стоку за рік визначається відповідно до водогосподарського використання стоку річки.

Для розрахунку внутрішньорічного стоку річок басейну Дністра обрано три роки моделі: багатоводний рік – величина середньорічної витрати води близька до середньорічної витрати води 25%-ї забезпеченості; середній за водністю рік – величина середньорічної витрати води близька до середньорічної витрати води 50%-ї забезпеченості; маловодний рік – величина середньорічної витрати води близька до середньорічної витрати води 75%-ї забезпеченості.

Внутрішньорічний розподіл стоку річок регіону спершу було оцінено за весь період спостережень (рис. 3.7).

Найбільш забезпеченим сезоном для усіх розглянутих градацій водності є літньо-осіння межень, під час якої проходить 53–57 % річного стоку води.

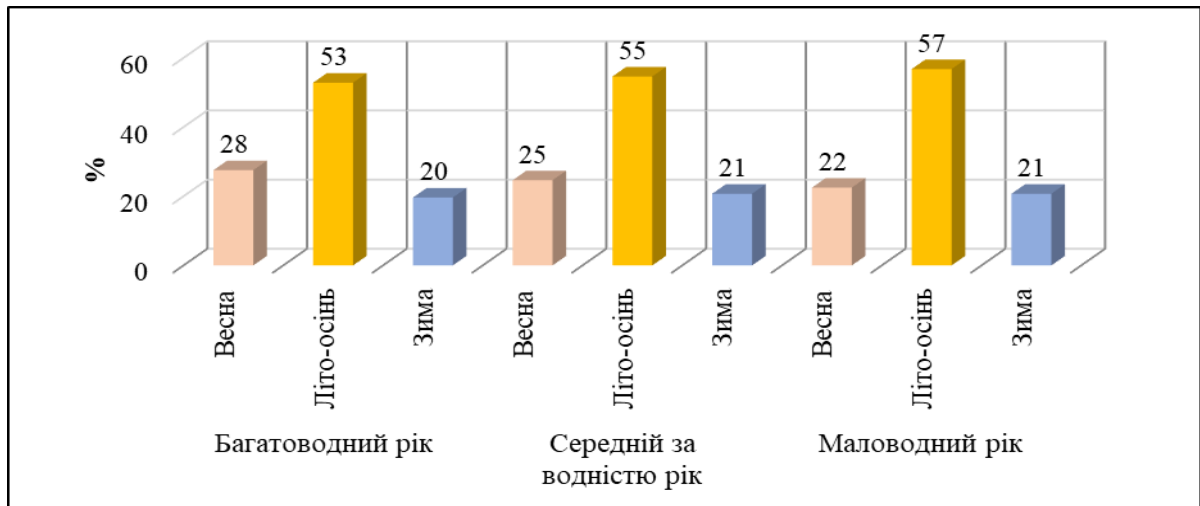


Рисунок 3.7 – Внутрішньорічний розподіл стоку за сезонами за період спостережень (1945–2020 рр.) на прикладі гідрологічного поста р. Серет – м. Чортків

Для подільських приток басейну Дністра найбільшими за обсягами стоку місяцями є березень та квітень, на них припадає по 10–18 % від загального об'єму річного стоку залежно від забезпеченості року. Найменшими за об'ємом стоку є меженні місяці – листопад, грудень та січень, на них припадає 5–8 % від об'єму річного стоку (рис. 3.8).

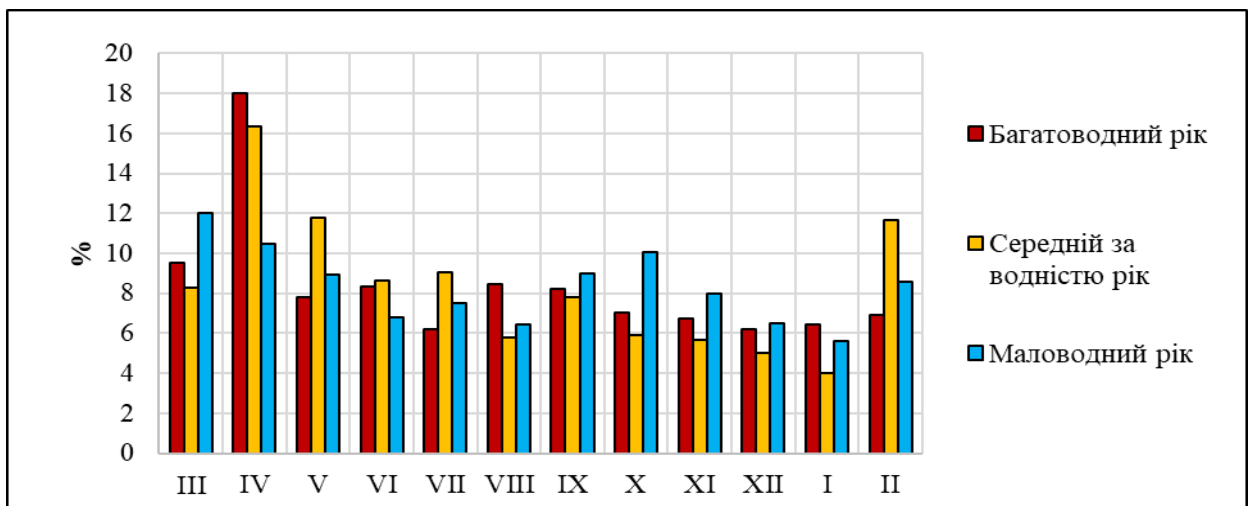


Рисунок 3.8 – Внутрішньорічний розподіл стоку по місяцях за період спостережень (1945–2020 рр.) на прикладі гідрологічного поста р. Серет – м. Чортків

В ході роботи оцінено внутрішньорічний розподіл стоку для річок Поділля та виконано порівняльний аналіз внутрішньорічного розподілу стоку для попередньо виділених (див. п. 3.2) фаз водності (рис. 3.9). Згідно з побудованими різницевиими інтегральними кривими для річок басейну Дністра виділено дві маловодні фази – 1949–1966, 1983–1997 роки та дві багатоводні фази – 1967–1982, 1998–2011 роки.

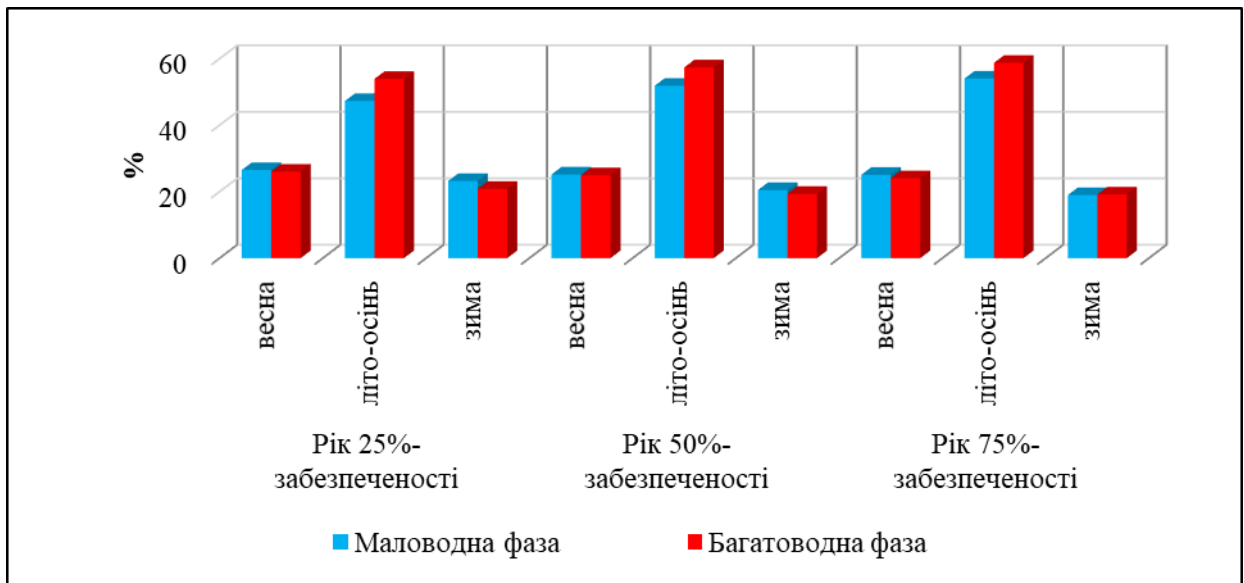


Рисунок 3.9 – Осереднений внутрішньорічний розподіл стоку лівобережних приток Дністра для різних фаз водного режиму (маловодна та багатоводна)

Порівняльний аналіз результатів дослідження показав, що для багатоводних років є тенденція до зменшення частки весняного водопілля у багатоводну фазу на 8 %, а для маловодної фази років цієї ж градації водності збільшилась частка межених періодів (літо-осінь та зима) в діапазоні 6–8 %.

В середній за водністю рік внутрішньорічний розподіл стоку за маловодну та багатоводну фази має подібні тенденції, виявлено зменшення частки весняного водопілля в річному розрізі в межах 4–8 %.

Вплив кліматичних змін та господарської діяльності в басейні найбільш яскраво проявився у маловодні роки. Виявлені найбільші відмінності між

розподілом стоку у визначені фази водності. В багатоводну фазу частка весняного водопілля зменшилась на 12 % та відбулось збільшення частки зимового періоду на 6 %. Оскільки для маловодної фази весняне водопілля не є вираженою фазою водного режиму, зменшення його частки було незначним (на 2 %). Натомість помітні зміни відбулись для періоду літньо-осінньої межені, її частка збільшилась на 8 %. Детальний розрахунок внутрішньорічного стоку води лівобережжя Дністра за сезонами наведено у дод. А, табл. А.1 [13].

Для досліджуваних лівобережних приток Дністра внутрішньорічний розподіл стоку за сезонами має подібний характер відповідно до водності року. Закономірним є зменшення частки весняного водопілля як для маловодної, так і для багатоводної фази водності.

Отже, незалежно від водності року, зокрема і у багатоводну фазу, частка стоку, що припадає на весняний період (проходження весняного водопілля) зменшилась. Зафіксовано незначне зростання частки зимового стоку, що яскраво помітно у маловодні роки. Це пов'язано зі збільшенням повторюваності зимових паводків, що спричинені змінами клімату, які спостерігаються на всій території України [11, 128].

Сучасний внутрішньорічний розподіл стоку подільських приток басейну Дністра характеризується зменшенням об'єму стоку весняного водопілля, що пов'язано з підвищенням температури повітря в період формування снігозапасів та зменшенням кількості опадів взимку і збільшенням стоку літньо-осінньої та зимової межені від об'єму річного стоку між досліджуваними періодами.

3.4 Вплив техногенного навантаження на стік річок

Водні об'єкти області використовуються для задоволення питних, побутових, лікувальних, курортних, оздоровчих, а також сільськогосподарських, промислових, енергетичних, транспортних,

рибогосподарських та інших потреб. Основними галузями водокористування є комунальне господарство, промисловість (включаючи теплоенергетику), сільське господарство, гідроенергетика, водний транспорт, рибне господарство [25].

За останні роки в області відбулася стабілізація використання свіжої води для населення і господарства. Як приклад розглянемо 2021 рік як такий, що відповідає передвоєнному стану розвитку економіки держави. За даними Державного агентства водних ресурсів України [39] в межах області у зазначеному році забрано води з природних водних об'єктів 40,3 млн м³. З них 21,9 млн м³ (54,3 %) – забрано з підземних горизонтів. Використано свіжої води в межах області – 31,2 млн м³. Аналіз рис. 3.10 свідчить, що практично 99 % всієї води використовується в області для задоволення питних та санітарно-гігієнічних потреб населення (14,9 млн м³) і виробничих потреб (зокрема й для рибного господарства) – 16,0 млн м³. Частка води, використаної на зрошення, становить лише близько 0,2 млн м³.

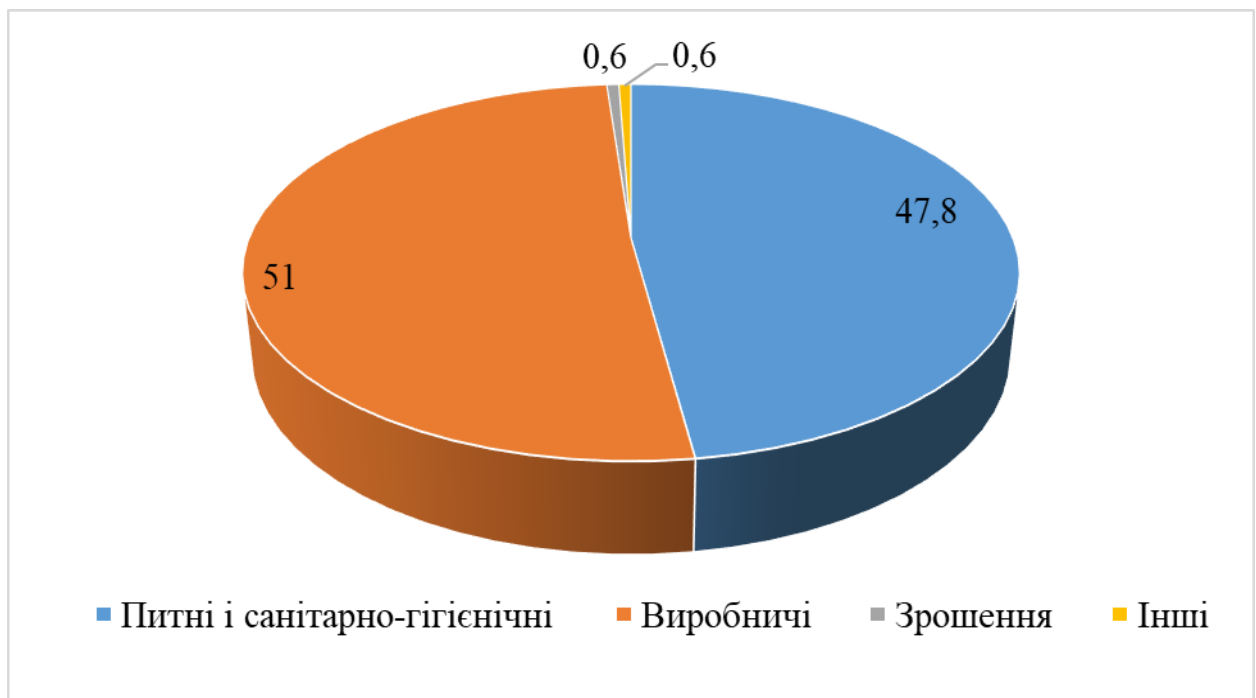


Рисунок 3.10 – Структура використання (%) свіжої води населенням та галузями господарства Тернопільської області в 2021 р.

Структура споживання прісної води в Тернопільській області, сформована ще на початку 2000-х років, зберігається стабільною протягом останніх двох десятиліть. Вона суттєво відрізняється від ситуації в другій половині ХХ століття, коли значна частка води, близько 45 %, використовувалася для зрошення [127]. Нині ж основними споживачами води є інші галузі. У промисловості лідерами є харчова промисловість (86,5 %), легка промисловість (9,1 %), а також машинобудування та металообробка (1,4 %). Енергетика, хімічна, деревообробна галузі, лісове господарство, транспорт і будівництво споживають менш ніж 1 % від загального обсягу води [39].

Важливу роль у водокористуванні відіграють системи оборотного водопостачання, які діють на багатьох підприємствах області. У 2021 році обсяг використання оборотної води досяг 28,9 млн м³, що є порівняльним з обсягом споживання прісної води. Це свідчить про значні можливості економії водних ресурсів завдяки повторному її використанню.

Однак навіть з урахуванням цих даних обсяг споживання прісної води в області в 2021 році склав лише 1,7 % від річного стоку річок Тернопільщини у середньостатистичний рік.

Окрему увагу слід приділити проблемам водовідведення та очищення стічних вод, які залишаються гострими для регіону. Незважаючи на суттєве (порівняно з кінцем минулого сторіччя) скорочення використання населенням та господарством області свіжої води, залишається відносно стабільним обсяг скидання у водойми та водотоки області недостатньо очищених відпрацьованих вод, що призводить до масштабного погіршення якості природних вод. Так, за 2021 рік у водойми регіону скинуто 2,17 млн м³ неочищених і недостатньо очищених стічних вод, що суттєво погіршило якісний стан водойм. Ще 12,4 млн м³ стічних вод скинуто як «нормативно чисті», без очищення [39].

Через інтенсивну сільськогосподарську діяльність на розораних угіддях (61,8 %) інтенсивно розвиваються ерозійні процеси, коли тільки за умови

слабкої ерозії (12–25 т/га рік) з орного клину щороку змивається понад 22 млн т дрібнозему разом з мінеральними і органічними добривами та отрутохімікатами, які потрапляють у поверхневі води, що зумовлює замулення водойм і ставків, і підземні води [111].

Важливим чинником техногенного навантаження на стік річок області є ступінь його зарегулювання штучними водоймами – водосховищами та ставками. На території Тернопільській області ставки та водосховища відомі з давніх часів. Вони відігравали різні функції: оборонні (Тернопільський став із XVI ст.), риборозведення, збирання води для роботи млинів тощо. Найстаріше водосховище – Верхньоівачівське, рік наповнення – 1931. Але особливо інтенсивний ріст їх кількості спостерігався в другій половині XX ст.

За даними [19] на 01.01.1990 на території області налічувалося 20 водосховищ (повним об'ємом 79,8 млн м³) та 488 ставків (об'ємом 59,0 млн м³). Сумарний обсяг водойм області дозволяв акумулювати 8 % об'єму стоку року 50%-ї забезпеченості.

На початку 2000-х років водогосподарськими організаціями Державного агентства водних ресурсів України спільно з районними державними адміністраціями, органами місцевого самоврядування та службами Державного агентства земельних ресурсів проводилося уточнення відомостей і матеріалів раніше проведеної інвентаризації наявності водосховищ і ставків в областях, районах і містах України. У виданні [20] наведено матеріали, що узагальнюють дані басейнових та обласних управлінь водних ресурсів Державного агентства водних ресурсів України станом на 1 січня 2014 р.

За даними цього видання на річках – притоках Дністра в межах Тернопільської області функціонує 24 водосховища з повним об'ємом 75,7 млн м³, серед яких 2 – з об'ємом понад 10 млн м³ (Касперівське і Тернопільське на р. Серет). Водосховища виконують певні водогосподарські задачі: забезпечення водоспоживання, потреб

гідроенергетики, рекреації і рибного господарства. Переважна більшість з них фактично використовується лише однією галуззю. Однак є такі, що використовуються комплексно. До них належать Мушкатівське (комунальне господарство, промисловість, зрошення, рибне господарство), Борщівське (зрошення, рибне господарство, рекреація), Котівське (зрошення, рибне господарство, рекреація), Борсуківське (зрошення, гідроенергетика) водосховища.

На території області функціонує 12 малих ГЕС загальною потужністю 10 790 кВт. Стан гідротехнічних споруд на більшості гідроелектростанцій вимагає капітальних і поточних ремонтів. Найбільшими виробниками електроенергії є Касперівська ГЕС (потужність – 7500 кВт), Скородинська ГЕС та Більче-Золотецька ГЕС [20].

Рибопромислове значення мають Бережанське, Вертелківські, Залозецьке, Предмірківське, Плотницькі водосховища. Тернопільське і Верхньоівачівське водосховища розміщені в межах м. Тернополя, тому мають рекреаційне призначення.

Переважна частина водосховищ області (75 %) є водоймами руслового типу, що здійснюють сезонне регулювання стоку. З усіх водосховищ області 92 % розташовані в басейні Дністра, і лише 2 водойми – в басейні Прип'яті. Серед річок басейну в межах області найбільше водосховищ – 12 – розташовано на р. Серет або його притоках [38].

З 24 водосховищ на річках – притоках Дністра в межах Тернопільської області 13 (58 %) використовується на умовах оренди [20].

В Тернопільській області налічується 886 ставків загальним об'ємом 58,8 млн м³. З них 676 ставків, або 76 % розташовані на лівобережних притоках Дністра в межах області. Найбільше ставків – в басейні Серету, що цілком логічно, враховуючи площу його басейну відносно інших. Ставки використовуються переважно для потреб сільського господарства, а також риборозведення. Понад 50 % ставків області використовується на умовах оренди [20].

Значна частина ставків на малих річках мають незадовільний технічний стан оскільки збудовані або на низькому інженерному рівні за спрощеною проєктною документацією, а частіше без неї. Як наслідок земляні греблі розмиваються через незакріплені укоси. Регулювання та раціональне використання стоку малих річок в області ускладнено, оскільки водоскидні споруди за технічним станом і капітальністю, як правило, не відповідають сучасним вимогам.

Як наслідок об'єми і площі водного дзеркала ставків зменшуються, при цьому замуленість ставків становить 10–25 %. Ступінь використання таких ставків дуже низький. Оскільки значна кількість ставків має площу до 5 га і глибину переважно 0,5–1,5 м, вони перетворюються на штучні басейни-випаровувачі, які безповоротно втрачають воду. Береги ставків дуже часто заболочені, порослі чагарником, очеретом, осокою. Розвиток на водозборі ерозійних процесів, як природних, так і пов'язаних із сільськогосподарським освоєнням схилів долин і балок, зумовлює посилений змив ґрунту та замулення ставків.

Рішенням такої ситуації є перетворення дрібних, замулених і вкритих рослинністю ставків на заплавні сіножаті, або очищення водойм, вийнятий мул з яких може бути використаний як цінне добриво для сільськогосподарських угідь [78].

Отже, незадовільний гідроекологічний стан поверхневих вод області – через відсутність належної екологічної інфраструктури в промисловості і комунальному господарстві – ускладнює еколого-географічну ситуацію, що підсилюється надмірним зливом з сільськогосподарських угідь і високим рівнем безконтрольного зарегулювання стоку.

Висновки до розділу 3

Проведений аналіз гідрографічних характеристик, параметрів водного режиму та наслідків техногенного впливу на річки – ліві притоки Дністра в межах Тернопільської області дозволив зробити такі висновки:

1. Площа басейну Дністра в межах Тернопільщини становить 11,3 тис. км² або 82 % території області. Особливістю гідрографічної мережі є те, що більшість річок протікає в меридіональному напрямку (з півночі на південь) та має досить значний нахил. Довжина Дністра в межах Тернопільської області – 262 км, площа водозбору – 11 307 км². Найбільші притоки Дністра в межах області – Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Нічлава, Збруч. Ліві притоки Дністра в межах області характеризуються щорічним весняним водопіллям (повінню), низькою літньою меженню з окремими дощовими паводками, низькою зимовою меженню, яка під час відлиг може перериватися підняттям рівнів води.

2. Для оцінки багаторічних коливань стоку води (середньорічного, максимального та мінімального) використано дані спостережень за стоком води на 11 гідрологічних постах лівобережжя Дністра за наявний період спостережень до 2020 року включно. Багаторічна мінливість річкового стоку у роботі проаналізована для таких річок: Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Нічлава, Збруч. Коливання середнього річного стоку досліджуваних річок є синхронними. На їх основі виділено дві маловодні фази – 1949–1966, 1983–1997 роки та дві багатоводні фази водності – 1967–1982, 1998–2011 роки. З 2012 року на річках басейну розпочалася маловодна фаза.

3. Від початку 1990-х років на річках басейну спостерігається яскраво виражена тенденція до зниження максимального стоку весняного водопілля. Причиною цього є зміна погодних умов взимку (нестійкий її перебіг, часті відлиги, відсутність значного промерзання ґрунту, малі снігозапаси). Впродовж останнього десятиліття спостерігається тенденція до зменшення

стоку дощових паводків теплого періоду року. Починаючи з 2014/2015 років на річках – лівих притоках Дністра в межах Тернопільської області спостерігається тенденція до зниження мінімального стоку зимового періоду та періоду відкритого русла.

4. Розрахунок внутрішньорічного стоку подільських приток Дністра у роботі виконано за допомогою моделі реального року. Цей метод полягає у виборі з наявного ряду спостережень за стоком води моделей трьох реальних років, характерних за водністю; багатоводний рік – величина середньорічної витрати води близька 25%-ї забезпеченості; середній за водністю рік – величина середньорічної витрати води близька 50%-ї забезпеченості; маловодний рік – величина середньорічної витрати води близька до 75%-ї забезпеченості. Внутрішньорічний розподіл стоку річок регіону спершу було оцінено за весь період спостережень, а потім – для попередньо виділених фаз водності (маловодної та багатоводної). Сучасний внутрішньорічний розподіл стоку подільських приток басейну Дністра характеризується зменшенням об'єму стоку весняного водопілля, що пов'язано з підвищенням температури повітря в період формування снігозапасів та зменшенням кількості опадів взимку і збільшенням стоку літньо-осінньої та зимової межени від об'єму річного стоку між досліджуваними періодами. Вплив кліматичних змін та господарської діяльності найбільш яскраво проявився у маловодні роки.

5. За останні роки в області відбулася стабілізація використання свіжої води для населення і господарства. Практично 99 % всієї води використовується для задоволення питних та санітарно-гігієнічних потреб населення і виробничих потреб (зокрема, й для рибного господарства). У промисловості найбільшими споживачами є харчова промисловість – 86,5 % та легка – 9,1 % від загального об'єму споживання. Незважаючи на суттєве (порівняно з кінцем минулого сторіччя) скорочення використання населенням та господарством області свіжої води, залишається відносно стабільним обсяг скидання у водойми та водотоки області недостатньо

очищених відпрацьованих вод. Спостерігається масштабне погіршення якості природних річкових вод.

6. Сільське господарство, що охоплює 76,2 % земель області зі значною їх розораністю, є головним фактором антропогенного навантаження на природні системи Тернопілля. Щороку змивається понад 22 млн т дрібнозему разом із мінеральними і органічними добривами та отрутохімікатами, які потрапляють у поверхневі води, що зумовлює замулення ставків і водойм, й підземні води.

7. Важливим чинником техногенного навантаження на стік річок регіону є ступінь його зарегулювання штучними водоймами – водосховищами та ставками. На річках – притоках Дністра в межах Тернопільської області функціонує 24 водосховища, що виконують певні водогосподарські завдання: забезпечення водоспоживання, потреб гідроенергетики, рекреації і рибного господарства. На лівобережних притоках Дністра в межах області розташовано 676 ставків. Ставки використовуються переважно для потреб сільського господарства, а також риборозведення. Значна їх частина, особливо створених на малих річках, мають незадовільний технічний стан.

РОЗДІЛ 4

ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК РЕГІОНУ ТА ОСНОВНІ ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

4.1 Загальні умови формування гідрохімічного режиму

Фізико-географічні умови басейну та антропогенний вплив обумовлює особливості формування гідрохімічного режиму води річки та характеризує закономірні зміни у часі (багаторічні, сезонні і добові) хімічного складу або окремих його компонентів. Гідрохімічний аналіз показує зміни показників фізичних властивостей води та концентрації компонентів хімічного складу, стоку розчинених мінеральних речовин, рівень їх забрудненості тощо [44, 75].

Гідрометеорологічний режим є ключовим фактором впливу на формування гідрохімічного режиму річок протягом року. В періоди високих вод (під час повені та паводків) спостерігається зниження концентрації розчинених сполук у воді.

Низька мінералізація буде характерна в період снігового живлення оскільки взимку ґрунт під сніговим покривом зазвичай промерзлий, а тому розчинені солі (з перевагою гідрокарбонатних іонів, іонів кальцію) будуть вимиватися лише з поверхневого шару ґрунту.

Наявність снігового покриву також впливає і на гідрохімічний режим у весняний період, коли мінералізація буде залежати від характеру погоди перед випадінням снігу, часу танення снігового покриву та шару накопиченого за зиму снігу.

У літньо-осінній період низькі рівні води (межені) чергуються із підйомами рівнів води, що зумовлені дощами (паводками). В період межені відбувається розвантаження водоносних горизонтів. В цей час річкові води мають підвищену мінералізацію (високі концентрації головних іонів) і властивий їм різноманітний хімічний склад, зумовлений гідрогеологічною специфікою кожного регіону.

В осінній період під час дощів відбувається вимивання солей з поверхневого шару ґрунту, а за їх відсутності, навпаки, відбувається накопичення різних солей під дією вітру і сонця [118].

Залягання та хімічний склад підстильних гірських порід визначає характер рельєфу місцевості, тому що він є одним із ключових чинників у формуванні гідрохімічного режиму річок. Оскільки водотоки розташовані в зоні інтенсивного господарського користування, необхідно виділити і значний вплив антропогенної складової на формування зазначеного режиму і, як наслідок, на якість річкової води [75].

Якість води визначається наявністю у ній органічних речовин рослинного і тваринного походження. У водне середовище органічні речовини потрапляють з поверхневим стоком, разом із стоками від промислових і комунально-побутових підприємств [118].

Ступінь забруднення водного середовища органічними речовинами характеризує наявність або відсутність у воді вільного кисню, що є основним показником при оцінці вмісту органічної речовини. Щодо атмосферного кисню у воді річки, то його наявність залежить від температури, атмосферного тиску і вмісту розчинених речовин.

Для кількісної оцінки вмісту органічної речовини у воді використовуються показники хімічного споживання кисню (ХСК) та біохімічного споживання кисню (БСК₅) [75].

Хімічний склад поверхневих вод басейну транскордонної річки Дністер (Україна, Молдова) формується за різних ґрунтово-геологічних і кліматичних умов, в результаті чого в басейні Дністра виділяється три ділянки: гірська; середня (Подільська); нижня. У гірській частині Дністра (Українські Карпати) його притоки протікають у піщано-глинистих породах флішу, пісковиках, аргілітах, у яких міститься мало розчинних солей, що формує невисоку мінералізацію річкових вод [115].

Інші умови впливають на формування хімічного складу води лівих приток Дністра в межах рівнинного ландшафту Західного лісостепу, зокрема

й Тернопільської області. Ця частина басейну Дністра є горбистою рівниною Волино-Подільської височини, що утворена товщею осадових порід палеозойського, мезозойського і кайнозойського віку. Формування хімічного складу вод тут відбувається під впливом помірного зволоження та значного поширення мергелів, вапняків і гіпсоангідритів [100]. Значний розвиток карсту серед вапняків сприяє збагаченню підземних вод іонами кальцію та гідрокарбонатів [115]. Найбільшими притоками Дністра в межах Тернопільської області є річки Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Збруч, Нічлава, Джурин, які протікають у добре вироблених долинах.

4.2 Головні іони та мінералізація води

До головних іонів, які зумовлюють хімічний тип природних вод, належать: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ . У прісних водах їхній вміст сягає 95 % всіх солей [117]. Тому суму цих іонів часто приймають як показник загальної мінералізації води. Мінералізація річкових вод лівобережних приток Дністра в межах Тернопільської області переважно залежить від природних чинників [115].

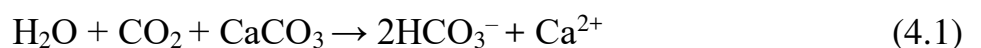
У табл. 4.1 наведено хімічний склад води лівобережних приток Дністра, розрахований з використанням формули М. Курлова за середніми річними концентраціями головних іонів [116]. Домінуючими іонами у річкових водах досліджуваної території є аніони гідрокарбонатів HCO_3^- (62–81 %-екв.) та катіони кальцію Ca^{2+} (66–76 %-екв.).

Як відомо, за формулою М. Курлова до уваги беруться як визначальні ті іони, частка яких становить понад 25 %-екв. Таким чином, можна констатувати, що в цілому річкові води лівобережних приток Дністра в межах Тернопільської області за гідрохімічним типом є гідрокарбонатними кальцієвими. Лише у хімічному складі води р. Нічлава – Борщів проявляється певна статусна роль сульфатів SO_4 (25 %-екв.).

Таблиця 4.1 – Відображення гідрохімічного типу вод лівобережних приток Дністра за формулою М. Курлова за середніми річними концентраціями головних іонів (1993–2020 рр.)

Річка – пункт	Формула Курлова
Золота Липа – Бережани	$\frac{\text{HCO}_3}{78} \frac{\text{SO}_4}{13} \frac{\text{Cl}}{9}$ Ca 71 Mg 12 (Na+K) 17
Коропець – Козова	$\frac{\text{HCO}_3}{74} \frac{\text{SO}_4}{15} \frac{\text{Cl}}{11}$ Ca 72 Mg 16 (Na+K) 12
Стрипа – Бучач	$\frac{\text{HCO}_3}{76} \frac{\text{SO}_4}{14} \frac{\text{Cl}}{10}$ Ca 73 Mg 20 (Na+K) 7
Серет – Івачів Горішній	$\frac{\text{HCO}_3}{81} \frac{\text{SO}_4}{11} \frac{\text{Cl}}{8}$ Ca 72 Mg 20 (Na+K) 8
Серет – Тернопіль	$\frac{\text{HCO}_3}{81} \frac{\text{SO}_4}{9} \frac{\text{Cl}}{10}$ Ca 71 Mg 20 (Na+K) 9
Серет – Касперівці	$\frac{\text{HCO}_3}{73} \frac{\text{SO}_4}{16} \frac{\text{Cl}}{11}$ Ca 74 Mg 16 (Na+K) 10
Нічлава – Борщів	$\frac{\text{HCO}_3}{62} \frac{\text{SO}_4}{25} \frac{\text{Cl}}{13}$ Ca 73 Mg 17 (Na+K) 10
Збруч – Підволочиськ	$\frac{\text{HCO}_3}{78} \frac{\text{SO}_4}{13} \frac{\text{Cl}}{9}$ Ca 76 Mg 10 (Na+K) 14
Збруч – Скала-Подільська	$\frac{\text{HCO}_3}{75} \frac{\text{SO}_4}{14} \frac{\text{Cl}}{11}$ Ca 66 Mg 18 (Na+K) 16

Процес карстоутворення являє собою розчинення вапняків і гіпсів під дією текучих вод певного хімічного складу. За наявності у природних водах діоксиду вуглецю (CO₂) розчинність вапняку значно зростає і внаслідок реакції CO₂ з карбонатами кальцію у воді утворюються гідрокарбонати (HCO₃) і кальцій:



Гідрохімічний режим річок у цілому пов'язаний з гідрологічним режимом. За даними виконаних досліджень (табл. 4.2), під час весняного

водопілля середнє значення мінералізації води для групи лівобережних приток Дністра становить 539,3 мг/дм³.

Таблиця 4.2 – Середні сезонні концентрації головних іонів і мінералізація води (мг/дм³) та твердість води (ммоль/дм³) лівобережних приток Дністра (1993–2020 рр.)

Річка – пункт / гідрохімічний показник	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Мінералізація	Твердість
<i>Весняне водопілля</i>								
Золота Липа – Бережани	344,7	61,5	18,5	97,6	9,7	27,9	559,9	5,9
Коропець – Козова	349,5	55,6	24	78,8	11,5	9,7	529,1	5,1
Стрипа – Бучач	325,1	47,4	25,1	101	16,6	11,08	526,3	6,4
Серет – Івачів Горішній	284,1	38,7	19,4	88,4	13,7	7,8	452,1	5,4
Серет – Тернопіль	282,3	28,1	18,9	82,2	12,3	9,2	433,0	5,3
Серет – Касперівці	337	53,9	32,7	107,4	12,9	16,8	560,7	6,5
Нічлава – Борщів	353,1	102,6	47,2	131,8	17,5	18,1	670,3	8,1
Збруч – Підволочиськ	355,8	38,6	23,3	101,9	14,1	12,8	546,5	6,2
Збруч – Скала-Подільська	336,6	54,6	32,8	105	15,8	31,9	576,7	6,4
<i>Середнє для всіх річок</i>	329,8	53,6	26,9	99,2	13,8	16,2	539,3	6,1
<i>Літньо-осіння межень</i>								
Золота Липа – Бережани	334,7	34,2	26,6	94,8	10,2	11,7	512,2	5,6
Коропець – Козова	236,3	37,4	27,6	73,1	10,7	11,5	396,6	4,6
Стрипа – Бучач	324,1	43,0	28,4	110,4	16,8	11,9	534,6	6,4
Серет – Івачів Горішній	270,9	26,2	17,8	77,4	13,9	9,5	415,7	4,8
Серет – Тернопіль	264,8	28,1	19,9	72,0	12,9	10,5	408,2	4,6
Серет – Касперівці	346,4	51,3	29,8	102,5	15,3	15,0	560,3	6,4
Нічлава – Борщів	348,1	115,3	41,8	126,5	21,3	16,8	669,8	8,1

Закінчення таблиці 4.2

Річка – пункт / гідрохімічний показник	НСО ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Сl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Мінералізація	Твердість
Збруч – Підволочиськ	332,5	42,9	25,1	94,4	16,8	12,9	524,6	5,9
Збруч – Скала- Подільська	351,1	42,7	29,8	92,9	18,0	15,6	550,1	6,1
Середнє для всіх річок	312,1	46,7	27,3	93,5	15,1	12,8	508,1	5,8
<i>Зимова межень</i>								
Золота Липа – Бережани	348,9	37,6	20,3	103,7	10,3	24,9	545,7	6,0
Коропець – Козова	311,8	47,0	27,8	92,8	11,2	12,3	502,9	5,6
Стрипа – Бучач	353,1	49,2	24,4	104,5	19,2	10,8	561,2	6,9
Серет – Івачів Горішній	321,9	26,3	19,8	88,7	14,1	8,6	479,4	5,4
Серет – Тернопіль	297,2	20,4	19,2	81,4	13,2	9,8	441,2	5,1
Серет – Касперівці	387,9	76,9	32,1	120,5	15,6	16,5	649,5	7,4
Нічлава – Борщів	395,1	132,8	44,9	149,3	20,1	16,3	758,5	9,2
Збруч – Підволочиськ	373,9	51,5	24,9	102,9	16,6	35,6	605,4	6,3
Збруч – Скала- Подільська	401,5	65,0	29,3	111,2	18,8	33,9	659,7	7,2
Середнє для всіх річок	354,5	56,2	26,9	105,9	15,4	18,8	578,1	6,7

В літньо-осінню межень концентрації головних іонів та мінералізація річкових вод зменшуються (мінералізація – 508,1 мг/дм³). А в зимову межень ці показники значно зростають і стають максимальними – мінералізація річкових вод 578,1 мг/дм³ (рис. 4.1).

Мінімальні концентрації головних іонів та значення мінералізації води лівобережних приток Дністра під час літньо-осінньої межені пояснюються випаданням значної кількості атмосферних опадів і наявністю паводків у цей період. Це призводить до більшого розбавлення річкових вод влітку, ніж під час весняного водопілля [115].

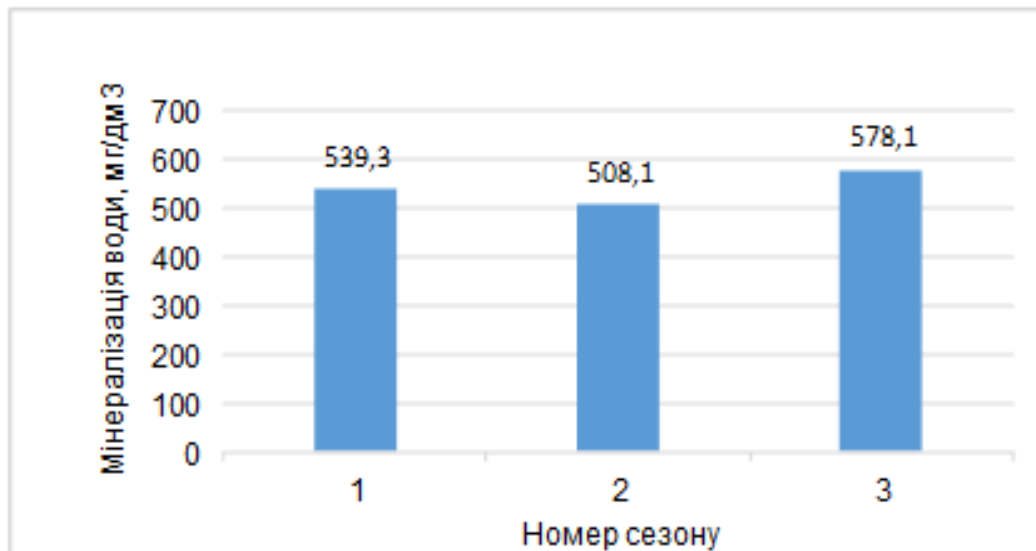


Рисунок 4.1 – Середні сезонні значення мінералізації води лівобережних приток Дністра за багаторічний період (1993–2020 рр.):

1) весняне водопілля; 2) літньо-осіння межень; 3) зимова межень

Якщо порівнювати між собою річки за величиною середньорічної мінералізації води, то мінімальна середньорічна мінералізація води серед шести досліджуваних річок характерна для р. Коропець (476 мг/дм³), максимальна – для р. Нічлава (699 мг/дм³) – рис. 4.2.

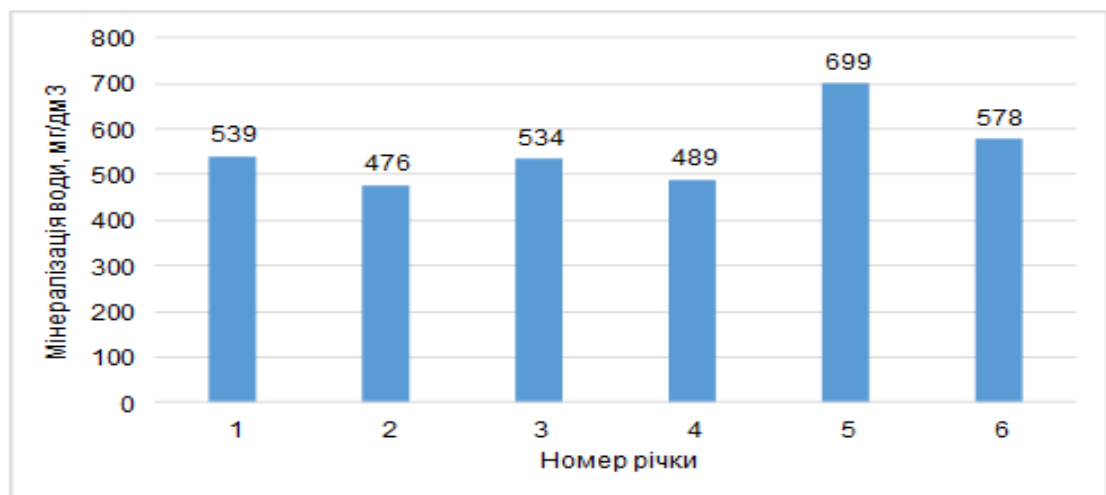


Рисунок 4.2 – Середньорічні значення мінералізації води (мг/дм³) лівобережних приток Дністра за багаторічний період (1993–2020 рр.):

1) р. Золота Липа; 2) р. Коропець; 3) р. Стрипа; 4) р. Серет;

5) р. Нічлава; 6) р. Збруч

Згідно з класифікацією природних вод за мінералізацією В. Хільчевського [114] (дуже прісні – менше 100 мг/дм³; помірно прісні – 100–600 мг/дм³; прісні з підвищеною мінералізацією – 600–1000 мг/дм³) вода більшості досліджених річок (476–578 мг/дм³) є помірно прісною; вода р. Нічлава – прісною з підвищеною мінералізацією.

Річка Нічлава відрізняється від інших річок не лише мінералізацією води, а й концентрацією головних іонів та твердістю води. Так, гідрохімічний тип води р. Нічлава – гідрокарбонатно-сульфатний кальцієвий, тоді як в інших річках – гідрокарбонатний кальцієвий, що свідчить про вплив сульфатного карсту в басейні на концентрацію SO_4^{2-} у воді р. Нічлава (рис. 4.3).

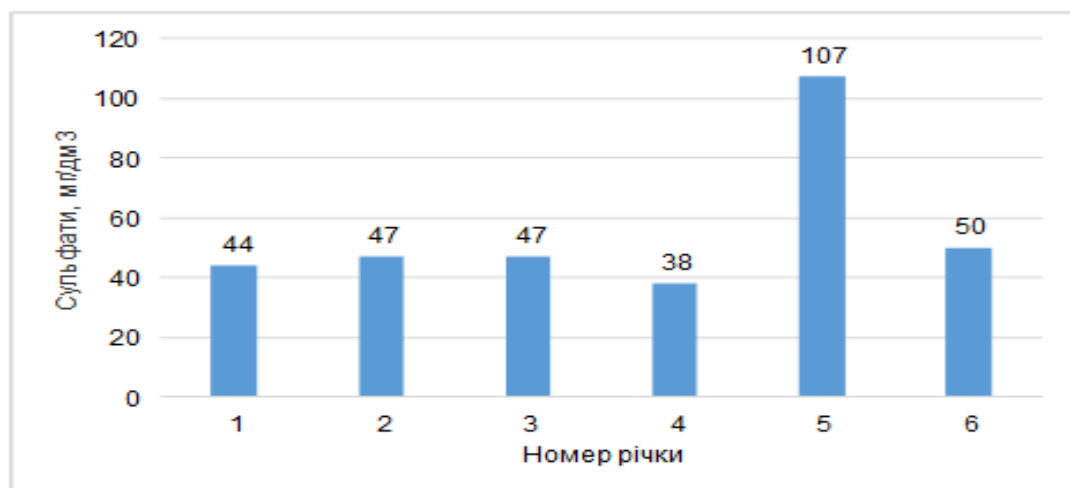


Рисунок 4.3 – Середньорічні концентрації сульфатів (SO_4^{2-}) у воді лівобережних приток Дністра за багаторічний період (1993–2020 рр.), мг/дм³:

- 1) р. Золота Липа; 2) р. Коропець; 3) р. Стрипа;
4) р. Серет; 5) р. Нічлава; 6) р. Збруч

Сульфатний карст проявляється у розчиненні відкладів, що містять гіпс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Він поширений у Придністровсько-Подільському районі вапняково-гіпсового карсту, який у Тернопільській області охоплює південну частину області (Чортківський адміністративний район) [1].

Вода р. Нічлава має високу твердість (8,1–9,2 ммоль/дм³), що перевищує нормативні вимоги до питної води (до 7,0 ммоль/дм³) [27].

4.3 Фізико-хімічні показники води

Серед фізико-хімічних показників, за якими ведуться спостереження на моніторинговій мережі, важливими є показник рН та вміст у річковій воді розчиненого кисню (O₂) – табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Середні сезонні значення рН (в одиницях рН), вміст кисню, сполук азоту та фосфору (мг/дм³) у воді лівобережних приток Дністра (1993–2020 рр.)

Річка – пункт/ гідрохімічний показник	рН	O ₂	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
<i>Весняне водопілля</i>						
Золота Липа – Бережани	7,6	11,8	0,43	0,06	4,05	0,14
Коропець – Козова	7,8	11,6	0,36	0,09	1,84	0,12
Стрипа – Бучач	7,8	12,1	0,32	0,07	5,38	0,24
Серет – Івачів Горішній	7,7	11,2	0,39	0,03	2,71	0,10
Серет – Тернопіль	7,8	11,3	0,34	0,60	2,71	0,11
Серет – Касперівці	8,0	11,7	0,39	0,10	6,86	0,56
Нічлава – Борщів	7,9	10,7	0,49	0,22	4,82	0,27
Збруч – Підволочиськ	7,7	11,8	0,44	0,09	5,63	0,12
Збруч – Скала- Подільська	8,1	10,9	0,34	0,10	4,39	0,42
<i>Середнє для всіх річок</i>	<i>7,8</i>	<i>11,4</i>	<i>0,39</i>	<i>0,15</i>	<i>4,27</i>	<i>0,23</i>

Закінчення таблиці 4.3

Річка – пункт/ гідрохімічний показник	pH	O ₂	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
<i>Літньо-осіння межень</i>						
Золота Липа – Бережани	7,7	9,0	0,40	0,10	3,72	0,21
Коропець – Козова	7,8	9,5	0,30	0,05	1,68	0,15
Стрипа – Бучач	7,9	9,8	0,43	0,10	6,74	0,25
Серет – Івачів Горішній	7,7	9,8	0,30	0,17	2,21	0,08
Серет – Тернопіль	7,8	9,6	0,26	0,30	1,26	0,11
Серет – Касперівці	8,0	9,8	0,27	0,11	5,11	0,49
Нічлава – Борщів	7,9	9,6	0,66	0,17	2,35	0,31
Збруч – Підволочиськ	7,7	9,2	0,44	0,16	3,70	0,17
Збруч – Скала- Подільська	7,9	9,4	0,28	0,08	3,19	0,31
<i>Середнє для всіх річок</i>	7,8	9,5	0,37	0,13	3,32	0,23
<i>Зимова межень</i>						
Золота Липа – Бережани	7,5	10,8	0,41	0,06	4,40	0,23
Коропець – Козова	7,7	11,4	0,39	0,05	2,98	0,10
Стрипа – Бучач	7,8	11,2	0,43	0,06	7,83	0,25
Серет – Івачів Горішній	7,7	11,3	0,32	0,05	4,37	0,10
Серет – Тернопіль	7,8	11,5	0,01	0,06	7,39	0,10
Серет – Касперівці	7,8	11,0	0,23	0,08	2,16	0,49
Нічлава – Борщів	7,9	11,2	0,46	0,11	4,74	0,27
Збруч – Підволочиськ	7,7	11,5	0,52	0,08	6,47	0,16
Збруч – Скала-Подільська	7,8	11,2	0,42	0,08	6,16	0,21
<i>Середнє для всіх річок</i>	7,7	11,2	0,39	0,07	5,17	0,21

Показник рН річкових вод залежить від концентрації гідрокарбонатів кальцію $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ і магнію $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ у воді, діоксиду вуглецю (CO_2), наявності гумусових кислот та різноманітності порід. Тим самим рН води відображає геохімічну обстановку території.

Діапазон коливань показників рН у воді лівобережних приток Дністра за сезонами незначний. Так, під час весняного водопілля середні значення рН змінюються в межах 7,6–8,1; в літньо-осінню межень – 7,7–8,0; в зимову межень – 7,5–7,9. Середньорічні значення рН у воді лівобережних приток Дністра становлять: р. Золота Липа – 7,7; р. Коропець – 7,7; р. Стрипа – 7,8; р. Серет (Івачів Горішній – 7,5; Тернопіль – 7,9; Касперівці – 7,9); р. Нічлава – 7,9; р. Збруч (Підволочиськ – 7,7; Скала-Подільська – 7,9) [144].

Згідно з класифікацією природних вод за показником рН (слабкокислі – 5,0–6,5; нейтральні – 6,5–7,5; слабколужні – 7,5–8,5) води досліджуваних річок належать до категорії слабколужних [118]. В цілому, показники рН досліджуваних річкових вод не виходять за межі гранично допустимих концентрацій (6,5–8,5) згідно з нормативними вимогами до питної води [27].

Концентрація розчиненого кисню (O_2) є важливим показником екологічного стану річки та якості води. Кисень забезпечує умови існування гідробіонтів у водному середовищі, відіграє важливе санітарно-гігієнічне значення. Сезонні коливання концентрації кисню у воді лівобережних приток Дністра мають свою закономірність.

Максимальний вміст кисню у воді за групою річок спостерігається під час весняного водопілля і становить 11,4 мг/дм³ (при діапазоні за різними річками 10,7–12,1 мг/дм³) – див. табл. 4.3. У літньо-осінню межень відбувається зменшення вмісту кисню у річкових водах до 9,5 мг/дм³ (при діапазоні 9,0–9,8 мг/дм³), оскільки відбувається витрачання кисню на мінералізацію органічних речовин. Під час зимової межені відзначається певне зростання вмісту кисню – до 11,2 мг/дм³ (при діапазоні 10,8–11,4 мг/дм³).

Середньорічний вміст кисню у воді лівобережних приток Дністра становить, мг/дм³: р. Золота Липа – 10,6; р. Коропець – 10,9; р. Стрипа – 11,0; р. Серет (Івачів Горішній – 10,8; Тернопіль – 10,9; Касперівці – 10,7); р. Нічлава – 10,7; р. Збруч (Підволочиськ – 10,8; Скала-Подільська – 10,5).

4.4 Біогенні речовини

До біогенних речовин у поверхневих водах належать передусім сполуки азоту і фосфору, які входять до складу тканин живих організмів і є життєво необхідними для розвитку водних рослин і тварин. Концентрація біогенних сполук є індикатором біологічних та біохімічних процесів, що відбуваються у водних об'єктах. Вони можуть також відображати ситуацію й на водозборі – надходження поживних елементів з поверхнево-схилувим стоком з сільськогосподарських угідь, з господарсько-побутовими стічними водами [118].

У воді лівобережних приток Дністра із сполук азоту досліджувалися амоній (NH_4^+), нітрити (NO_2^-) та нітрати (NO_3^-), із сполук фосфору – фосфати (PO_4^{3-}).

Схема колообігу азоту у водному об'єкті здійснюється за такою схемою: рослини → тварини → продукти розпаду → NH_4^+ → NO_2^- → NO_3^- → рослини.

Концентрація амонію (NH_4^+) у воді лівобережних приток Дністра за сезонами має незначний діапазон коливань. Під час весняного водопілля вміст амонію у воді по групі річок становить 0,39 мг/дм³ (при діапазоні по різних річках 0,34–0,49 мг/дм³) – див. табл. 4.3. В літньо-осінню межень відбувається певне зменшення середнього вмісту NH_4^+ у річкових водах до 0,37 мг/дм³ (при діапазоні 0,28–0,66 мг/дм³). Під час зимової межени відзначається певне зростання середнього вмісту NH_4^+ – до 0,39 мг/дм³ (при діапазоні 0,23–0,52 мг/дм³).

Як показав аналіз даних спостережень системи моніторингу Державного агентства водних ресурсів України за вмістом амонію у воді лівобережних приток Дністра за багаторічний період, концентрація NH_4^+ , практично у всіх пробах була в межах нормативної вимоги, яка для NH_4^+ , становить до $2,0 \text{ мг/дм}^3$ [27]. Лише один раз у воді р. Нічлава – Борщів було зафіксовано концентрацію амонію 15 мг/дм^3 , яка у 7,5 раза перевищує норматив (2 серпня 2000 р.).

Середньорічний вміст амонію у воді лівобережних приток Дністра становить, мг/дм^3 : р. Золота Липа – 0,42; р. Коропець – 0,35; р. Стрипа – 0,39; р. Серет (Івачів Горішній – 0,34; Тернопіль – 0,28; Касперівці – 0,55); р. Нічлава – 0,55; р. Збруч (Підволочиськ – 0,47; Скала-Подільська – 0,35).

Концентрація нітритів (NO_2^-) у річкових водах через їхню нестійкість є незначною. Під час весняного водопілля вміст нітритів у воді за групою лівобережних приток Дністра становить $0,15 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні на різних річках $0,06\text{--}0,60 \text{ мг/дм}^3$) – див. табл. 4.3. В літньо-осінню межень відбувається незначне зменшення середнього вмісту NO_2^- у річкових водах до $0,13 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні $0,05\text{--}0,30 \text{ мг/дм}^3$). Під час зимової межени продовжується зменшення середнього вмісту нітритів – до $0,07 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні $0,05\text{--}0,11 \text{ мг/дм}^3$).

Аналіз даних спостережень системи моніторингу Державного агентства водних ресурсів України за вмістом нітритів у воді лівобережних приток Дністра за багаторічний період показав, що концентрація NO_2^- у всіх пробах була в межах нормативної вимоги, яка для NO_2^- становить до $3,3 \text{ мг/дм}^3$ [27].

Водночас варто зазначити, що майже по всіх річках (крім р. Золота Липа) впродовж періоду спостережень в різні роки фіксувалася відсутність нітритів у воді. Так, нульові значення NO_2^- фіксувалися в р. Коропець (2006, 2007 рр.); р. Стрипа (2000, 2003 рр.); р. Серет (Івачів Горішній – 1996–2000, 2003, 2006, 2017–2019 рр.; Тернопіль – 1998, 1999, 2003, 2005, 2006, 2015–2019 рр.; Касперівці – 1996–2001 рр.); р. Нічлава (2017 р.); р. Збруч (Підволочиськ – 2000, 2015 рр.; Скала-Подільська – 2015, 2017 рр.).

Середньорічний вміст NO_2^- у воді лівобережних приток Дністра становить, мг/дм^3 : р. Золота Липа – 0,07; р. Коропець – 0,06; р. Стрипа – 0,08; р. Серет (Івачів Горішній – 0,04; Тернопіль – 0,06; Касперівці – 0,09); р. Нічлава – 0,18; р. Збруч (Підволочиськ – 0,10; Скала-Подільська – 0,09).

Концентрації нітратів (NO_3^-) у річкових водах серед інших сполук азоту є найстійкішими. Основними споживачами нітратів є водні рослини [117]. Під час весняного водопілля вміст нітратів у воді за групою лівобережних приток Дністра становить $4,27 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні на різних річках $1,84\text{--}6,86 \text{ мг/дм}^3$) – див. табл. 4.3. В літньо-осінню межень (особливо у вегетаційний період) відбувається зменшення середнього вмісту NO_3^- у річкових водах до $3,32 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні $1,26\text{--}6,74 \text{ мг/дм}^3$). В осінній період з відмиранням водних рослин NO_3^- накопичуються, а під час зимової межень спостерігається максимальний середній вміст нітратів – $5,17 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні $2,16\text{--}7,83 \text{ мг/дм}^3$) – рис. 4.4.

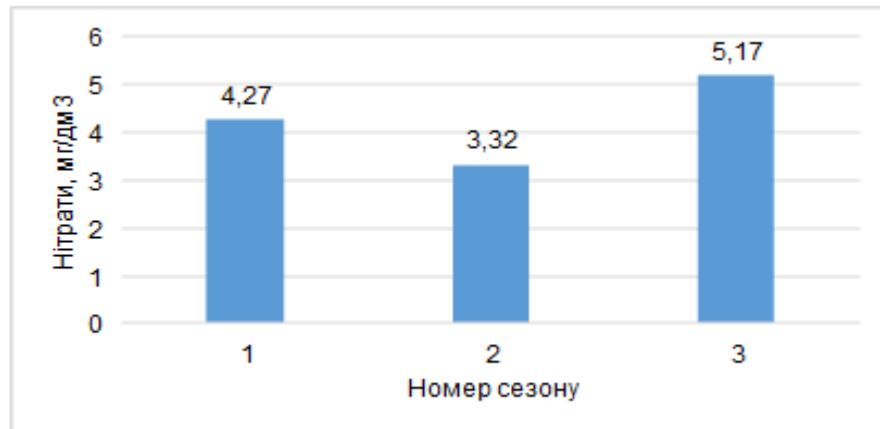


Рисунок 4.4 – Середні сезонні концентрації нітратів (NO_3^-) у воді лівобережних приток Дністра за багаторічний період (1993–2020 рр.):

1) весняне водопілля; 2) літньо-осіння межень; 3) зимова межень

Аналіз рядів спостережень системи моніторингу Державного агентства водних ресурсів України за вмістом нітратів у воді лівобережних приток Дністра за багаторічний період показав, що концентрація NO_3^- у всіх пробах була в межах нормативної вимоги, яка для NO_3^- становить до 45 мг/дм^3 [27].

Варто зазначити, що у р. Серет впродовж періоду спостережень в різні роки інколи фіксувалася відсутність нітратів у воді. Зокрема, нульові значення NO_3^- відзначалися в р. Серет (Івачів Горішній – 2006–2009, 2019 рр.; Тернопіль – 2015, 2016, 2018, 2019 рр.).

Середньорічний вміст NO_3^- у воді лівобережних приток Дністра становить, мг/дм^3 : р. Золота Липа – 4,05; р. Коропець – 2,16; р. Стрипа – 4,60; р. Серет (Івачів Горішній – 3,10; Тернопіль – 2,04; Касперівці – 6,46); р. Нічлава – 3,99; р. Збруч (Підволочиськ – 5,27; Скала-Подільська – 4,25).

Концентрації фосфатів (PO_4^{3-}) у річкових водах засвідчують, на скільки активно неорганічний фосфор споживається фітопланктоном, фітобентосом і вищими водяними рослинами. Ортофосфатна кислота H_3PO_4 при дисоціації утворює похідні, які є джерелом фосфору для біоти. Важливою формою для поживних речовин є HPO_4^{2-} :



Значним джерелом неорганічного фосфору у природних водах є фосфати кальцію – $\text{Ca}(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ та $\text{Ca}(\text{PO}_4)_3\text{P}$ осадових порід. Антропогенним джерелом фосфатів у воді є фосфорні добрива, що вносяться на сільгоспугіддя, та стічні води, в які потрапляють фосфатовмісні пральні порошки [114].

Концентрація PO_4^{3-} у воді лівобережних приток Дністра за сезонами має незначний діапазон коливань. Під час весняного водопілля вміст фосфатів у воді по групі річок становить $0,23 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні на окремих річках $0,10\text{--}0,56 \text{ мг/дм}^3$) – див. табл. 4.3. В літньо-осінню межень – $0,23 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні $0,08\text{--}0,49 \text{ мг/дм}^3$). Взимку вміст фосфатів незначно зменшується – $0,21 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні $0,10\text{--}0,49 \text{ мг/дм}^3$).

Аналіз рядів спостережень системи моніторингу Державного агентства водних ресурсів України за вмістом фосфатів у воді лівобережних приток

Дністра за багаторічний період показав, що концентрація PO_4^{3-} у всіх пробах була в межах нормативної вимоги, яка для PO_4^{3-} становить до $3,5 \text{ мг/дм}^3$ [27].

Майже по всіх річках (крім р. Серет – Касперівці та р. Збруч – Скала-Подільська) впродовж періоду спостережень в різні роки фіксувалася відсутність фосфатів у воді. Так, нульові значення PO_4^{3-} фіксувалися в р. Золота Липа (2003, 2004 рр.), р. Коропець (2003–2005 рр.); р. Стрипа (2003–2005 рр.); р. Серет (Івачів Горішній – 2004, 2016 рр.; Тернопіль – 2003–2005, 2014, 2019 рр.); р. Нічлава (2014 р.); р. Збруч (Підволочиськ – 2003, 2004 рр.).

Середньорічний вміст фосфатів у воді лівобережних приток Дністра становить, мг/дм^3 [144]: р. Золота Липа – 0,20; р. Коропець – 0,14; р. Стрипа – 0,25; р. Серет (Івачів Горішній – 0,09; Тернопіль – 0,11; Касперівці – 0,49); р. Нічлава – 0,29; р. Збруч (Підволочиськ – 0,16; Скала-Подільська – 0,31).

4.5 Мікроелементи

Мікроелементи – це такі хімічні елементи, які містяться у воді в дуже малих кількостях, концентрації яких вимірюються в мікрограмах в дм^3 . Мікроелементи поділяють на такі підгрупи:

- а) типові катіони (Li^+ , Rb^+ , Cs^+ , Be^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+});
- б) йони важких металів (Cu^{2+} , Ag^+ , Au^+ , Pb^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+}), важкі метали – термін, яким називають метали з атомною масою понад 50;
- в) амфотерні комплексоутворювачі (Cr, Mo, V, Mn); г) типові аніони (Br^- , I^- , F^- , BO_3^{3-}) [114].

В системі моніторингу якості річкових вод Держводагентства України спостереження ведуться за вмістом Fe, Cu, Cr (табл. 4.4).

Концентрація заліза (Fe) у річкових водах через його слабку міграційну здатність незначна, тому його зараховують до мікроелементів. Хоча в деяких типах природних вод (особливо підземних), вміст заліза може сягати одиниць мг/дм^3 [75, 117].

Концентрація заліза у воді лівобережних приток Дністра за сезонами має незначний діапазон коливань.

Під час весняного водопілля вміст заліза у воді за групою лівобережних приток Дністра становить 0,14 мг/дм³ (при діапазоні на різних річках 0,12–0,19 мг/дм³) – див. табл. 4.4. В літньо-осінню межень – 0,15 мг/дм³ (при діапазоні на різних річках 0,12–0,22 мг/дм³) Під час зимової межени відбувається незначне збільшення середнього вмісту заліза – до 0,19 мг/дм³ (при діапазоні 0,12–0,26 мг/дм³).

Таблиця 4.4 – Середні сезонні концентрації мікроелементів, нафтопродуктів та СПАР (мг/дм³) у воді лівобережних приток Дністра (1993–2020 рр.)

Річка – пункт / гідрохімічний показник	Fe	Cu	Cr	Нафто-продукти	СПАР
<i>Весняне водопілля</i>					
Золота Липа – Бережани	0,18	0,013	0,000	0,008	0,000
Коропець – Козова	0,13	0,011	0,000	0,005	0,005
Стрипа – Бучач	0,16	0,002	0,000	0,013	0,000
Серет – Івачів Горішній	0,17	0,003	0,000	0,005	0,000
Серет – Тернопіль	0,19	0,002	0,001	0,004	0,004
Серет – Касперівці	0,12	0,002	0,000	0,010	0,050
Нічлава – Борщів	0,13	0,004	0,000	0,010	0,018
Збруч – Підволочиськ	0,21	0,006	0,001	0,007	0,009
Збруч – Скала-Подільська	0,12	0,008	0,000	0,015	0,020
Середнє для всіх річок	0,14	0,006	0,001	0,007	0,010
<i>Літньо-осіння межень</i>					
Золота Липа – Бережани	0,22	0,011	0,002	0,002	0,007
Коропець – Козова	0,13	0,011	0,002	0,003	0,009
Стрипа – Бучач	0,16	0,005	0,000	0,005	0,005
Серет – Івачів Горішній	0,12	0,009	0,002	0,006	0,016
Серет – Тернопіль	0,13	0,006	0,001	0,005	0,004
Серет – Касперівці	0,13	0,009	0,002	0,006	0,016
Нічлава – Борщів	0,15	0,007	0,002	0,007	0,013
Збруч – Підволочиськ	0,18	0,005	0,001	0,008	0,012
Збруч – Скала-Подільська	0,15	0,011	0,000	0,003	0,008

Закінчення табл. 4.4

Річка – пункт / гідрохімічний показник	Fe	Cu	Cr	Нафто-продукти	СПАР
<i>Середнє для всіх річок</i>	<i>0,15</i>	<i>0,008</i>	<i>0,001</i>	<i>0,005</i>	<i>0,010</i>
<i>Зимова межень</i>					
Золота Липа – Бережани	0,17	0,012	0,000	0,008	0,000
Коропець – Козова	0,12	0,006	0,003	0,003	0,020
Стрипа – Бучач	0,13	0,005	0,001	0,002	0,006
Серет – Івачів Горішній	0,20	0,005	0,001	0,003	0,001
Серет – Тернопіль	0,21	0,004	0,001	0,002	0,000
Серет – Касперівці	0,17	0,009	0,002	0,005	0,013
Нічлава – Борщів	0,26	0,011	0,001	0,006	0,005
Збруч – Підволочиськ	0,19	0,002	0,001	0,002	0,000
Збруч – Скала-Подільська	0,24	0,013	0,000	0,001	0,000
<i>Середнє для всіх річок</i>	<i>0,19</i>	<i>0,007</i>	<i>0,001</i>	<i>0,003</i>	<i>0,005</i>

Аналіз рядів спостережень системи моніторингу Державного агентства водних ресурсів України за вмістом заліза у воді лівобережних приток Дністра за багаторічний період показав, що концентрація Fe у переважній більшості проб була в межах нормативної вимоги [27], яка для заліза становить до 0,3 мг/дм³.

Протягом періоду спостережень у всіх досліджуваних пунктах моніторингу вод у різні роки інколи виявлялися проби, у яких відзначалося перевищення ГДК заліза. Водночас у цих же пунктах виявлялися проби, у яких відзначалися нульові значення заліза.

Діапазон перевищення ГДК заліза становить від 0,31 мг/дм³ до 3,4 мг/дм³ (р. Нічлава, 2001 р.). Привертає увагу стан перевищення ГДК по двох створах у 2020 р.: у всіх 12 відібраних пробах у р. Серет – Івачів Горішній (0,31–0,44 мг/дм³); в 11 пробах з 12 – у р. Серет – Тернопіль (0,31–0,38 мг/дм³).

Середньорічний вміст Fe у воді лівобережних приток Дністра становить, мг/дм³: р. Золота Липа – 0,19; р. Коропець – 0,13; р. Стрипа – 0,15; р. Серет (Івачів Горішній – 0,16; Тернопіль – 0,16; Касперівці – 0,15); р. Нічлава – 0,14; р. Збруч (Підволочиськ – 0,19; Скала-Подільська – 0,17).

Концентрація міді (Cu) в природних водах формується за рахунок впливу гірських порід та стічних вод специфічних виробництв [75, 117].

Вміст міді у річкових водах лівобережних приток Дністра є незначним і за сезонами змінюється мало. Під час весняного водопілля концентрація міді у воді за групою лівобережних приток становить $0,006 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні на різних річках $0,002\text{--}0,011 \text{ мг/дм}^3$) – див. табл. 4.4. В літньо-осінню межень – $0,008 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні на різних річках $0,005\text{--}0,011 \text{ мг/дм}^3$). Під час зимової межені – $0,007 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні $0,004\text{--}0,013 \text{ мг/дм}^3$).

Аналіз рядів спостережень системи моніторингу Державного агентства водних ресурсів України за вмістом Cu у воді лівобережних приток Дністра за багаторічний період показав, що концентрація міді у всіх пробах була в межах нормативної вимоги, яка для Cu становить до $1,0 \text{ мг/дм}^3$ [27].

Водночас на всіх досліджуваних річках впродовж періоду спостережень у різні роки фіксувалася відсутність міді у воді. Так, нульові значення Cu фіксувалися в 60–70 % опрацьованих проб.

Середньорічний вміст міді у воді лівобережних приток Дністра становить, мг/дм^3 : р. Золота Липа – $0,010$; р. Коропець – $0,009$; р. Стрипа – $0,004$; р. Серет (Івачів Горішній – $0,004$; Тернопіль – $0,004$; Касперівці – $0,007$); р. Нічлава – $0,004$; р. Збруч (Підволочиськ – $0,005$; Скала-Подільська – $0,010$).

Концентрація хрому (Cr) в природних водах формується за рахунок вилуговування з гірських порід три- і шестивалентного хрому та надходження зі стічними водами специфічних виробництв [44]. Вміст хрому у річкових водах лівобережних приток Дністра є дуже незначним (менший ніж міді) і за сезонами практично не змінюється. Під час весняного водопілля хром відсутній у переважній більшості пунктів моніторингу. Середні значення ($0,001 \text{ мг/дм}^3$) встановлено лише для р. Серет – Тернопіль та р. Збруч – Підволочиськ (див. табл. 4.4). В літньо-осінню межень – $0,001 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні на різних річках $0,00\text{--}0,002 \text{ мг/дм}^3$). Під час зимової межені – $0,001 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні $0,000\text{--}0,003 \text{ мг/дм}^3$).

Аналіз низки спостережень системи моніторингу Державного агентства водних ресурсів України за вмістом Cr у воді лівобережних приток Дністра

за багаторічний період показав, що концентрація хрому у всіх пробах була в межах нормативної вимоги, яка для хрому становить до $0,05 \text{ мг/дм}^3$ [27].

На всіх досліджуваних річках впродовж періоду спостережень у різні роки фіксувалася відсутність хрому у воді. Так, нульові значення Cr фіксувалися в 73–90 % опрацьованих проб.

Середньорічний вміст хрому у пробах води, в яких він виявлявся, для лівобережних приток Дністра становить, мг/дм^3 : р. Золота Липа – 0,001; р. Коропець – 0,001; р. Стрипа – 0,001; р. Серет (Івачів Горішній – 0,001; Тернопіль – 0,001; Касперівці – 0,001); р. Нічлава – 0,001; р. Збруч (Підволочиськ – 0,001; Скала-Подільська – 0,001) [144].

4.6 Специфічні забруднювальні речовини

Забруднювальна речовина – це будь-яка хімічна речовина, тепло або біологічний вид, який в результаті господарської діяльності людини потрапляє у водний об'єкт чи виникає у ньому в кількостях, що виходять за природні граничні коливання чи середній природний фон і призводять до погіршення якості води [75, 117]. Специфічні забруднювальні речовини – це ті речовини, наявність яких у воді безпосередньо вказує на антропогенний вплив. Зокрема, в системі моніторингу якості річкових вод Держводагентства України спостереження ведуться за вмістом нафтопродуктів і СПАР (див. табл. 4.4).

Нафтопродукти є найпоширенішими і досить небезпечними речовинами, що забруднюють поверхневі води як суходолу, так і морів і океанів [114].

Вміст нафтопродуктів у річкових водах лівобережних приток Дністра є незначним з тенденцією зменшення середніх концентрацій від весняного водопілля до літньо-осінньої межени і мінімуму – в зимову межень. Під час весняного водопілля концентрація нафтопродуктів у воді за групою лівобережних приток становить $0,007 \text{ мг/дм}^3$ (при діапазоні на різних річках

0,004–0,015 мг/дм³) – див. табл. 4.4. В літньо-осінню межень – 0,005 мг/дм³ (при діапазоні на різних річках 0,002–0,007 мг/дм³). Під час зимової межені – 0,003 мг/дм³ (при діапазоні 0,001–0,008 мг/дм³).

Аналіз рядів спостережень системи моніторингу Державного агентства водних ресурсів України за вмістом нафтопродуктів у воді лівобережних приток Дністра за багаторічний період показав, що концентрація нафтопродуктів у всіх пробах була в межах нормативної вимоги, яка для нафтопродуктів становить до 0,1 мг/дм³ [27]. На всіх досліджуваних річках впродовж періоду спостережень у різні роки фіксувалася відсутність нафтопродуктів у воді. Так, нульові значення нафтопродуктів фіксувалися в 75–80 % опрацьованих проб.

Середньорічний вміст нафтопродуктів у пробах води, в яких вони виявлялися, для лівобережних приток Дністра становить, мг/дм³: р. Золота Липа – 0,004; р. Коропець – 0,003; р. Стрипа – 0,003; р. Серет (Івачів Горішній – 0,005; Тернопіль – 0,004; Касперівці – 0,007); р. Нічлава – 0,009; р. Збруч (Підволочиськ – 0,006; Скала-Подільська – 0,006).

Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) надходять у поверхневі водні об'єкти з господарсько-побутовими та промисловими стічними водами за рахунок застосування миючих засобів [44].

Вміст СПАР у річкових водах лівобережних приток Дністра є незначним. Під час весняного водопілля концентрація СПАР у воді за групою лівобережних приток становить 0,01 мг/дм³ (при діапазоні на різних річках 0,00–0,020 мг/дм³) – див. табл. 4.4. В літньо-осінню межень – 0,01 мг/дм³ (при діапазоні на різних річках 0,004–0,016 мг/дм³). Під час зимової межені – 0,005 мг/дм³ (при діапазоні 0,00–0,020 мг/дм³).

Аналіз рядів спостережень системи моніторингу Державного агентства водних ресурсів України за вмістом СПАР у воді лівобережних приток Дністра за багаторічний період показав, що концентрація СПАР у всіх пробах була в межах нормативної вимоги, яка для СПАР у водопровідній воді становить до 0,5 мг/дм³ [11]. На всіх досліджуваних річках впродовж періоду

спостережень в різні роки фіксувалася відсутність СПАР у воді. Так, нульові значення СПАР фіксувалися в 70–85 % опрацьованих проб.

Середньорічний вміст СПАР у пробах води, в яких вони виявлялися, для лівобережних приток Дністра становить, мг/дм³: р. Золота Липа – 0,011; р. Коропець – 0,011; р. Стрипа – 0,004; р. Серет (Івачів Горішній – 0,001; Тернопіль – 0,003; Касперівці – 0,026); р. Нічлава – 0,023; р. Збруч (Підволочиськ – 0,007; Скала-Подільська – 0,009) [144].

Висновки до розділу 4

Аналіз гідрохімічного режиму лівих приток Дністра в межах Тернопільської області, здійснений автором з використанням фактичних матеріалів Держводагентства України, дозволив констатувати таке:

1) Хімічний склад води та гідрохімічний режим лівобережних приток Дністра досліджено за вмістом головних іонів, фізико-хімічними показниками, біогенними речовинами, мікроелементами та специфічними забруднювальними речовинами на основі бази даних системи моніторингу вод Держводагентства України (1993–2020 рр.).

2) Вода більшості досліджених лівобережних приток Дністра (річок Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Збруч) за гідрохімічним типом є гідрокарбонатною кальцієвою. Вода р. Нічлава – гідрокарбонатно-сульфатна кальцієва, що свідчить про вплив сульфатного карсту в її басейні.

3) Середньорічна мінералізація води досліджуваних річок змінюється від 476 мг/дм³ (р. Коропець) до 699 мг/дм³ (р. Нічлава). Вода більшості річок за мінералізацією (476–578 мг/дм³) є помірно прісною; вода р. Нічлава – прісною з підвищеною мінералізацією.

4) Гідрохімічний режим річок чіткіше проявляється для головних іонів і в цілому пов'язаний з гідрологічним режимом. Мінімальні концентрації головних іонів та значення мінералізації води досліджуваних річок

спостерігаються під час літньо-осінньої межени, що пояснюється випадінням значної кількості атмосферних опадів, відповідно наявністю паводків у цей період, які сприяють розбавленню. Взимку спостерігаються максимуми цих показників.

5) Гідрохімічний режим для біогенних речовин, мікроелементів і специфічних забруднювальних речовин виражений слабше. Але можна відзначити найчіткіший прояв гідрохімічного режиму для нітратів. Мінімальні концентрації NO_3^- відзначено в літньо-осінню межень, коли нітрати споживаються на розвиток водяних рослин. В осінній період з відмиранням водяних рослин NO_3^- накопичуються, а під час зимової межени спостерігається їх максимальний вміст.

б) Оцінювання якості води досліджуваних річок, здійснене автором, шляхом аналізу всіх багаторічних рядів спостережень з використанням «Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення» (2022 р.) [27], показало таке:

- а) концентрації головних іонів (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{Na}^+$) та мінералізація річкових вод були в межах нормативних вимог;
- б) концентрації біогенних речовин у річкових водах були в межах нормативних вимог, окрім одного випадку, коли у р. Нічлава – Борщів було зафіксовано вміст амонію (NH_4^+) 15 мг/дм³, що у 7,5 раза перевищувало норматив (02.08.2000); водночас варто зазначити, що у різні роки були проби води, в яких фіксувалася відсутність (0,0 мг/дм³) нітритів (NO_2^-), нітратів (NO_3^-) і фосфатів (PO_4^{3-});
- в) концентрації таких мікроелементів, як мідь та хром, були в межах нормативних вимог; водночас, на всіх досліджуваних річках впродовж періоду спостережень в різні роки фіксувалася відсутність міді та хрому у воді (нульові значення Cu фіксувалися в 60–70 % проб, Cr – в 73–90 % проб);

г) концентрація заліза у більшості проб води була в межах нормативних вимог (до $0,3 \text{ мг/дм}^3$), але протягом періоду спостережень у всіх досліджуваних пунктах моніторингу вод у різні роки інколи виявлялися проби, у яких відзначалося перевищення ГДК заліза (від $0,31 \text{ мг/дм}^3$ до $3,4 \text{ мг/дм}^3$); водночас, у цих же пунктах виявлялися проби, у яких відзначалася відсутність заліза ($0,0 \text{ мг/дм}^3$); діапазон перевищення ГДК Fe становить від $0,31 \text{ мг/дм}^3$ до $3,4 \text{ мг/дм}^3$; привертає увагу стан перевищення ГДК по двох створах у 2020 р.: у всіх 12 відібраних пробах у р. Серет – Івачів Горішній ($0,31\text{--}0,44 \text{ мг/дм}^3$); в 11 пробах з 12 – у р. Серет – Тернопіль ($0,31\text{--}0,38 \text{ мг/дм}^3$);

г) концентрації специфічних забруднювальних речовин (нафтопродуктів та СПАР) були в межах нормативних вимог; водночас на всіх досліджуваних річках впродовж періоду спостережень у різні роки фіксувалася відсутність нафтопродуктів та СПАР у воді (нульові значення нафтопродуктів фіксувалися в 75–80 % проб, СПАР – в 70–85 % проб).

РОЗДІЛ 5

МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКОВО-БАСЕЙНОВИХ СИСТЕМ ТЕРНОПІЛЬЩИНИ

5.1 Аналіз програм державного та регіонального рівня щодо поліпшення якості води річок Тернопільської області

На сьогодні основними документами, спрямованими на ефективне управління та охорону водних ресурсів території України, зокрема і басейну Дністра, є плани управління районами річкових басейнів (РРБ), що наразі перебувають в стадії їх затвердження. План управління районом річкового басейну Дністра розроблявся (як і для інших РРБ України) впродовж 2020–2023 років згідно з наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 27.11.2020 № 313. У першій половині 2024 року відбулося громадське обговорення його проєкту, розгляд та схвалення (27.06.2024) Басейною радою Дністра [83]. Наразі триває етап погодження проєкту Плану із зацікавленими центральними органами виконавчої влади. Заключним етапом має стати затвердження Плану Кабінетом Міністрів України до кінця 2024 року.

Плани управління районами річкових басейнів є наслідком впровадження в Україні європейських підходів щодо управління водними ресурсами, що стали актуальними після підписання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом (2014 р.) [112]. Але і до зазначеної події в сфері управління водними ресурсами держави та збереження їх якісних характеристик приймалися законодавчі заходи, на яких слід зупинитись детальніше.

Безумовно, слід почати із «Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року», що була затверджена Законом України від 24.05.2012 № 4836-VI [47]. Незважаючи на те, що основний акцент

у програмі зроблено на водні об'єкти басейну річки Дніпро (як основного джерела водопостачання в Україні), велику увагу приділено всім основним річковим басейнам країни, зокрема й басейну Дністра.

Програма передбачала кілька основних напрямів фінансування, яке, на жаль, виділялося далеко не в повному обсязі. Наприклад, з напрямку «Забезпечення розвитку меліорації земель і поліпшення екологічного стану зрошуваних та осушених угідь» станом на 2020 рік обсяг фінансування склав лише 17% від передбаченої потреби, що призвело до значного невиконання завдань та заходів програми у визначені терміни.

Аналогічна ситуація склалася з фінансуванням іншого напрямку програми – «Першочергове забезпечення централізованим водопостачанням сільських населених пунктів, що користуються привізною водою». Наприклад, у 2020 році на реалізацію зазначеного заходу в рамках виконання програми Держводагентством України було використано всього 4,2% від загальної суми видатків за вказаний рік [47].

Важливе місце у програмі відводилося такому напрямку, як «Захист сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод». Цей напрям мав стати продовженням реалізації існуючої раніше «Комплексної програми захисту від шкідливої дії вод сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь в Україні у 2001–2005 рр. та прогноз до 2010 р.» [92]. Передбачалося виконання робіт з берегоукріплення та регулювання русел річок, будівництва та реконструкції гідротехнічних споруд, захисних дамб, польдерів, протипаводкових водосховищ, розчищення русел, упорядкування водоохоронних зон та прибережних захисних смуг, розроблення схем комплексного протипаводкового захисту територій від шкідливої дії вод, удосконалення методів і технічних приладів для проведення гідрометеорологічних спостережень, прогнозування паводків. На жаль, за весь період реалізації програми з 2013 року до 2021 рік (9 років) фактичний обсяг фінансування цього напрямку становив лише 17% від запланованого.

Важливим для басейну Дністра був ще один напрям, що мав назву «Комплексний протипаводковий захист у басейнах річок Дністра, Пруту та Сірету», який також мав стати продовженням «Комплексної програми захисту від шкідливої дії вод сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь в Україні у 2001–2005 рр. та прогноз до 2010 р.» [92]. Фактичний обсяг фінансування цього напрямку за 9 років також становив близько 18 % від планового, що не дало змоги реалізувати всі заплановані заходи. Найвагомим досягненням в реалізації цього напрямку програми стало створення автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи (АІВС) спостережень та прогнозування шкідливої дії вод «Прикарпаття». На жаль, басейну Дністра в рамках створення та реалізації такої системи приділено значно менше уваги, ніж басейнам річок Пруту та Сірету. Зокрема, основна частина автоматичних гідрологічних постів, відкритих на річках регіону в рамках реалізації АІВС «Прикарпаття», розташовані на річках двох зазначених басейнів (рис. 5.1).

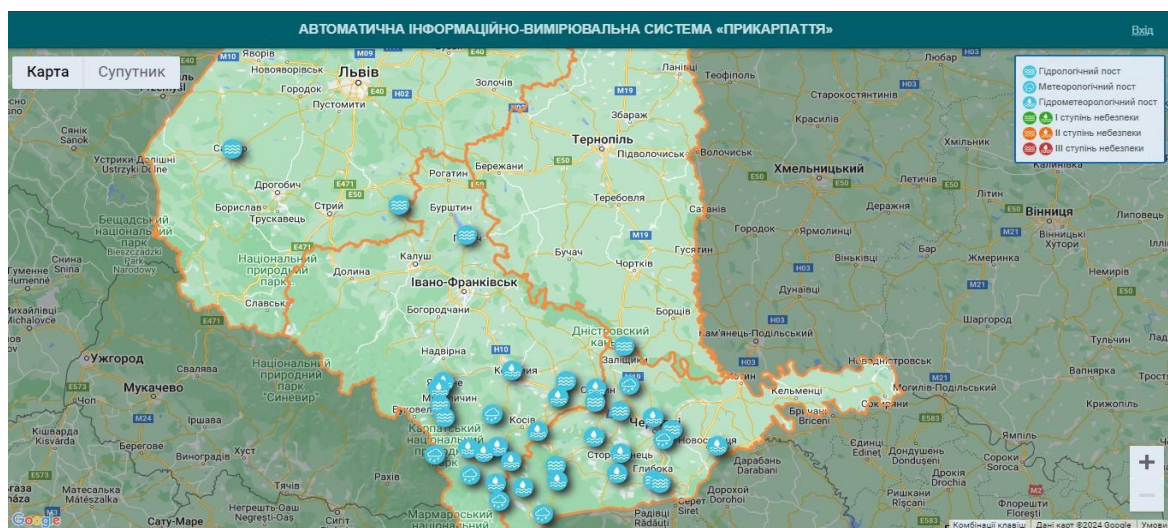


Рисунок 5.1 – АІВС «Прикарпаття». Інтерактивна карта розташування гідрометеорологічних постів [7]

В басейні Дністра було відкрито та функціонує на даний час лише чотири автоматичні гідрологічні пости, але всі вони розташовані на самому Дністрі: два в межах Львівської області (р. Дністер – м. Самбір

та р. Дністер – с. Журавно), один – в межах Івано-Франківської обл. (р. Дністер – м. Галич) і один пост в межах Тернопільської області (р. Дністер – м. Заліщики).

Жодного автоматичного гідрологічного поста на притоках Дністра в рамках реалізації АІВС «Прикарпаття» до цього часу не створено. Це стосується не тільки рівнинної частини басейну (зокрема і Тернопільської області), а й приток Дністра у паводконебезпечних гірських регіонах Львівської та Івано-Франківської областей.

У рамках важливого напрямку програми під назвою «Експлуатація державного водогосподарського комплексу та управління водними ресурсами, в тому числі й екологічне оздоровлення басейну р. Дніпро та поліпшення якості питної води» також досягнуто визначених цілей лише частково. Причина – низькі обсяги фактичного фінансування завдань і заходів з усіх джерел фінансування. В цілому за дев'ять років реалізації програми на цей напрям було виділено близько 17 % коштів від передбачених потреб. Але левову частку цих коштів (90,8 %) використано на експлуатацію державного водогосподарського комплексу та управління водними ресурсами (це видатки споживання водогосподарського комплексу, оплата праці, комунальні послуги та ін.). Водночас на розвиток галузі водного господарства було направлено лише 13,3 % від планових видатків.

Ще однією важливою загальнодержавною цільовою програмою, виконання якої повинно було б значно покращити ступінь очищення стічних вод, а отже і якість води у річках басейну, була програма «Питна вода України на 2011–2020 рр.», затверджена Законом України від 03.03.2005 № 2455-IV [46].

Реалізація програми передбачала виконання таких основних завдань:

- приведення до нормативних вимог зон санітарної охорони та водоохоронних зон джерел питного водопостачання;
- проведення оцінки екологічного та гігієнічного стану джерел питного водопостачання на відповідність установленим вимогам;

- інвентаризація каналізаційних очисних споруд;
- будівництво і реконструкція водопровідних та каналізаційних очисних споруд з метою зменшення обсягів неочищених стічних вод, що скидаються у водні об'єкти, а також утилізація осадів;
- будівництво та впровадження станцій (установок) доочищення питної води і пунктів її розливу із застосуванням новітніх технологій;
- розроблення схем оптимізації роботи систем централізованого водопостачання;
- оснащення лабораторій контролю якості води та стічних вод сучасним обладнанням;
- приведення нормативно-правової бази у сфері питного водопостачання та водовідведення у відповідність із стандартами Європейського Союзу з урахуванням національних особливостей, у тому числі в частині посилення відповідальності за порушення нормативів забруднення навколишнього природного середовища, насамперед скидів промислових підприємств у водні об'єкти [46].

На жаль, зазначені завдання практично не було виконано з причини обмеженого фінансування. Якщо в перші роки фінансування програми становило від 14 до 16 % від передбачених річних обсягів, то в останні (2019–2020 рр.) програма взагалі не фінансувалася.

Важливою з точки зору збереження річково-басейнових систем регіону була державна цільова програма розвитку земельних відносин в Україні на період до 2020 року, затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17.06.2009 № 743-р [93]. Програма передбачала зменшення надмірної розораності сільськогосподарських угідь, відновлення екологічно збалансованого співвідношення земель сільськогосподарського, природно-заповідного та іншого природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного, історико-культурного, лісогосподарського призначення, земель водного фонду, зменшення площ деградованих, малопродуктивних, а також техногенно забруднених земель.

Відповідальними за реалізацію програми були Міністерство агропромислового комплексу України (Мінагрополітики) та Держгеокадастр. Результатом їх неефективного керування стало хронічне невиконання програми та повне припинення її бюджетного фінансування у 2018–2020 роках. Отже, визначених програмою цілей також не було досягнуто.

Окрім загальнодержавних, слід зазначити і про низку регіональних програм обласного рівня, завдання яких певною мірою повинно було сприяти поліпшенню екологічної ситуації в басейнах лівих приток Дністра в межах Тернопільської області. Передусім це «Програма охорони навколишнього природного середовища в Тернопільській області на 2014–2020 роки», затверджена рішенням Тернопільської обласної ради від 18.09.2014 № 1778 (зі змінами) [87]. Фінансування програми здійснювалося за рахунок коштів державного (фонд регіонального розвитку) та обласного (фонд охорони навколишнього природного середовища) бюджетів, коштів районних бюджетів, міських бюджетів міст Бережани, Кременець, Тернопіль, Чортків, коштів сільських, селищних, міських бюджетів, бюджетів об'єднаних територіальних громад, коштів інших джерел. Фактичний обсяг фінансування програми впродовж 2015–2020 років становив близько 70 % від запланованого.

Деякі природоохоронні заходи, передбачені цією програмою, безпосередньо стосуються водних об'єктів. Наприклад, один з них має пряму назву «Охорона та збереження водних ресурсів». В рамках реалізації цього напрямку впродовж 2015–2019 років в області збудовано та реконструйовано 12 об'єктів водовідведення та очистки зворотних вод загальною потужністю 3000 м³/добу.

Важливим заходом, передбаченим програмою, була реконструкція біологічних очисних споруд продуктивністю 7000 м³/добу з введенням І черги на 4000 м³/добу у м. Чортків. Термін реалізації заходу (згідно з проєктом) – 2017–2019 роки. Упродовж 2017–2018 років при плановому рівні фінансування здійснено значний обсяг робіт: збудовано аеротенки,

реконструйовано вторинні відстійники, закуплено технологічне обладнання, замінено технологічні мережі, реконструйовано насосну станцію. Ступінь готовності об'єкта на початок 2019 року становив близько 50 %. На жаль, в 2019 році фінансування не надійшло, що призвело до зупинки робіт.

Програма передбачала ще низку заходів, спрямованих на покращення екологічного стану та гідрологічного режиму окремих річок – приток Дністра в межах області. Одним із заходів передбачалася розчистка р. Коропець в межах с. Кальне. Роботи виконано в повному обсязі в 2019 році. Цього ж року виконано весь комплекс робіт з розчищення ставу, покращення санітарного стану та гідрологічного режиму р. Нічлава в межах м. Копичинці, а також повністю розчищено русло р. Вільховець (притока р. Стрипи) для покращення гідрологічного режиму та санітарного стану річки на землях Трибухівської сільської ради.

Слід згадати також ще одну програму обласного рівня під назвою «Питна вода Тернопілля на 2018–2020 роки», затверджену рішенням Тернопільської обласної ради від 28.03.2018 № 937 (зі змінами від 25.06.2019) [82]. Основними цілями програми були: охорона джерел питного водопостачання; доведення якості питної води до встановлених нормативів; реконструкція об'єктів водопостачання та водовідведення. Розробником та відповідальним виконавцем програми було управління житлово-комунального господарства та енергозбереження Тернопільської обласної державної адміністрації, комунальні підприємства області. Фінансування програми здійснювалося за рахунок коштів державного та обласного бюджетів, місцевих районних бюджетів, бюджетів ОТГ.

Фінансування програми, на жаль, відбувалося за залишковим принципом. Визначених цілей було досягнуто тільки частково. Реалізовано окремі інфраструктурні проєкти з водопостачання. За рахунок коштів програми у 2019–2020 роках проведено роботи на 26 об'єктах, для забезпечення населених пунктів якісним водопостачанням та водовідведенням новоствореними ОТГ розроблено 54 проєкти.

Важливе значення для покращення екологічної ситуації та умов формування поверхневого стоку на водозборах річок регіону мала «Програма розвитку лісового господарства Тернопільщини на 2017–2021 рр.», затверджена рішенням Тернопільської обласної ради від 10.05.2017 № 538 [90]. Передбачалося поліпшення стану охорони лісів, передусім тих, які перебували в користуванні колишніх колгоспів. За відсутності належного контролю з боку органів виконавчої влади та місцевого самоврядування, відбулося неконтрольоване використання лісових ресурсів, а в непоодиноких випадках – знищення або пошкодження лісів. Програма передбачала передачу близько 14,3 тис. га безгосподарних лісів, які перебувають у землях запасу і не охороняються, в постійне користування державним і комунальним лісогосподарським підприємствам та підприємствам зі спеціалізованими лісогосподарськими підрозділами. Оскільки заходи програми не було профінансовано, то визначених цілей не досягнуто.

Значний перелік завдань, спрямованих на покращення гідроекологічного стану річково-басейнових систем регіону, містила також «Програма розвитку водного господарства та водно-екологічного оздоровлення природного середовища Тернопільської області на період до 2021 р.», затверджена рішенням Тернопільської обласної ради від 12.11.2013 № 1541 [88].

Розробниками та відповідальними виконавцями програми були Регіональний офіс водних ресурсів у Тернопільській області та Управління екології та природних ресурсів обласної державної адміністрації. Програма передбачала створення безпечних умов для життєдіяльності 14 населених пунктів області, які знаходяться в зоні можливого затоплення; покращення гідрологічного режиму річок на ділянках протяжністю 41,53 км для захисту від паводків сільськогосподарських угідь, населених пунктів; забезпечення регулювання поверхневого стоку з метою будівництва та відновлення водозахисних дамб протяжністю 2,32 км.

Визначених цілей програми не було досягнуто. Здійснено лише фінансування Регіонального офісу водних ресурсів у Тернопільській області

на утримання та експлуатацію державного водогосподарського комплексу області. Фінансування на будівництво нових об'єктів було відсутнє.

Окрім програм державного та обласного рівня, слід відзначити ще низку інвестиційних проєктів, виконаних за кошти державного бюджету, іноземних та вітчизняних інвесторів та спрямованих на покращення гідроекологічного стану річок басейну Дністра в межах Тернопільської області. Такі проєкти спрямовані здебільшого на реконструкцію або будівництво каналізаційно-очисних споруд (КОС) окремих населених пунктів.

Наприклад, у 2019–2021 роках за кошти державного фонду регіонального розвитку виконувався інвестиційний проєкт з реконструкції каналізаційної мережі м. Монастириська. Здійснено лише частину робіт, відновлено механічну очистку стічних вод. Реконструкція каналізаційно-очисних споруд триває.

Також за кошти державного фонду регіонального розвитку у 2019–2021 року виконувався проєкт будівництва біологічних очисних споруд стічних вод в м. Бучач Тернопільської області продуктивністю 300 м³/добу. Закуплено частину технологічного обладнання, виконані підготовчі роботи, реконструкція КОС триває.

Особливої уваги заслуговує проєкт, що виконується в м. Тернопіль за рахунок Фонду чистих технологій (ФЧТ) Міжнародного банку реконструкції та розвитку (МБРР), під назвою «Другий проєкт розвитку міської інфраструктури (UIP2)». Реалізація проєкту здійснюється від листопада 2014 року. Спрямований він на розвиток міської інфраструктури водопостачання та водовідведення м. Тернопіль та навколишніх сіл [42].

Проєкт реалізовує КП «Тернопільводоканал» – найбільший забруднювач водних об'єктів в області. Скид стічних вод здійснюється ним у р. Серет, в обсязі 15–18 млн м³ щороку. В результаті реалізації даного проєкту має відбутися суттєве зменшення скиду забруднюючих речовин у річку.

Проєкт складається з кількох компонент, найбільш важливими з яких, на нашу думку, є:

TER-ICB-01 «Реконструкція каналізаційних очисних споруд, включаючи будівництво цеху обробки мулу». Реалізується на території існуючих каналізаційних очисних споруд міста. Існуючі каналізаційні очисні споруди, перша лінія яких підлягає реконструкції в межах цього проєкту, здійснюють повну механічну та біологічну очистку господарсько-побутових стоків м. Тернополя та ряду навколишніх сіл. Проєкт передбачає нове будівництво технологічних споруд та реконструкцію частини існуючих. Проєктна потужність першої лінії очисних споруд, яка підлягає реконструкції, становить 50 000 м³/добу. Розрахункове максимальне надходження стоків – 64 000 м³/добу, що буде враховано при розробленні технологічних рішень. Реалізація цього проєкту дозволить покращити якісні показники очищення стічних вод за рахунок впровадження сучасної технології очищення стоків із застосуванням високотехнологічного обладнання; покращити екологічний стан р. Серет за рахунок впровадження інноваційних рішень очищення стічних вод;

TER-ICB-02L3 «Реконструкція Верхньо-Івачівського водозабору». Проводиться реконструкція Верхньо-Івачівського водозабору із заміною помпових агрегатів та обладнання, що суттєво зменшить втрати питної води та забезпечить економію електроенергії. Водозабір м. Тернопіль розташований на правому березі Горішньо-Івачівського водосховища на р. Серет, неподалік м. Тернопіль. Практично 80 % забраної (піднятої) води КП «Тернопільводоканал» споживає м. Тернопіль, решту 20 % – навколишні села, разом водозабір становить до 20 млн м³/рік. Вода подається з 16 артезіанських свердловин, розташованих на правому березі водосховища. Потужність водозабору – 87,6 тис. м³/добу. Роботи з реконструкції водозабору тривають, замінено помпові агрегати та технологічне обладнання;

TER-ICB-09 «Оптимізація системи подачі і розподілу води, включаючи заміну та санацію мереж водопостачання та водовідведення». Виконано

повний комплекс робіт з реконструкції водогонів від с. Верхній Івачів до м. Тернополя та колекторів побутової каналізації міста.

Важливим документом, що визначає розвиток області на сьогодні, є прийнята 03.12.2020 сесією Тернопільської обласної ради за № 16 «Стратегія розвитку Тернопільської області на період до 2027 р. та План заходів з її реалізації у 2021–2023 рр.» [110].

У розділі 1.15 цього документа подано аналіз екологічної ситуації з водокористування в області. Аналіз свідчить про поступове зменшення використання водних ресурсів в області, що пов'язане зі збільшенням економії води в умовах маловоддя. Через введення в експлуатацію нових потужностей з очищення зворотних вод зменшується забруднення водойм, «але зазначені тенденції мають занадто повільний характер і не відповідають потребам часу» [110]. За даними документа найбільшими забруднювачами водних об'єктів Тернопільської області є МКП «Добробут» (м. Бережани), КП «Зборівський водоканал», Чортківське ВУВКГ, КП Теремовлянської міської ради «Теремовля», ДП «Техніка» (м. Борщів), КП «Міськводгосп» (м. Кременець). Найбільші обсяги використання вод та скидання зворотних вод у водойми на підприємствах житлово-комунального господарства.

Відповідно до «Стратегії...» управлінням екології та природних ресурсів Тернопільської обласної державної адміністрації разом із Регіональним офісом водних ресурсів у Тернопільській області було розроблено «Програму розвитку водного господарства та водно-екологічного оздоровлення природного середовища Тернопільської області на 2022–2024 рр.», затверджену рішенням Тернопільської обласної ради від 10.11.2021 № 353 [89]. Вона стала продовженням попередньої програми, дія якої закінчилася в 2021 році. Було відзначено, що відповідно до реалізації попередньої програми впродовж 2015–2020 років в області здійснено низку заходів щодо відновлення та підтримання сприятливого гідрологічного режиму окремих річок, зокрема і в басейні Дністра. Водночас «брак коштів позбавив можливості реалізації в повній мірі комплексу природоохоронних заходів на

річках області. Частина із запланованих робіт лише розпочата та потребує подальшого фінансування» [89].

Програма передбачала фінансування впродовж трьох років (2022–2024) за рахунок коштів державного, обласного бюджетів та бюджетів місцевого самоврядування основних заходів за такими напрямками:

- забезпечення розвитку меліорації земель і поліпшення екологічного стану осушених угідь, управління водними ресурсами;
- захист сільських населених пунктів та сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод;
- комплексний протипаводковий захист;
- відновлення та оздоровлення водних екосистем у басейнах річок.

Зокрема, за першим напрямом програма передбачає проведення моніторингу якості поверхневих вод на річках області в 17 пунктах спостережень.

Для захисту сільських населених пунктів та сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод передбачено розчистку та регулювання ділянок русел низки річок області в межах окремих населених пунктів, зокрема в басейні Дністра, це річки: Золота Липа, Біла, Довжанка, Корса, Гнила, Коропець, Серет.

Комплексний протипаводковий захист передбачалося здійснювати шляхом берегоукріплення та відновлення дамб на окремих ділянках річок.

Передбачається також подальше проведення робіт з паспортизації водних об'єктів області.

На жаль, повномасштабне вторгнення РФ на територію України та скорочення бюджетних витрат призвело до необхідності внесення суттєвих коректив до багатьох програм, зокрема і до програми розвитку водного господарства області.

5.2 Річково-басейнові системи регіону в проєкті Плану управління районом річкового басейну Дністра

У постанові Кабінету Міністрів України від 18.05.2017 № 336 «Про затвердження Порядку розроблення плану управління річковим басейном» зазначено, що метою розробки планів управління річковими басейнами є досягнення екологічних цілей, визначених для кожного району річкового басейну в установлені строки [91].

Район річкового басейну (РРБ) є основною одиницею гідрографічного районування території України, виділеною згідно вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу (ВРД ЄС). Складається він з власне річкового басейну (сусідніх річкових басейнів) та пов'язаних з ними підземних водних об'єктів та лиманів у межах території України [33]. За необхідністю може поділятися на окремі суббасейни. Район річкового басейну Дністра на суббасейни не поділяється.

Стратегічною метою розробки планів управління є досягнення екологічно безпечного використання водних ресурсів, що гарантуватиме екологічну безпеку водних об'єктів та створить передумови для необхідної рівноваги між шкідливим впливом на водні ресурси річок того чи іншого басейну і здатністю їх до самовідтворення.

План управління районом річкового басейну Дністра (ПУРБ Дністра) серед інших розділів містить перелік програм (планів) заходів для району річкового басейну, їх зміст та проблеми, які передбачено розв'язати [83]. Зокрема, це заходи, спрямовані на зменшення забруднення водних об'єктів басейну органічними, біогенними та іншими небезпечними речовинами, що надходять від дифузних та точкових джерел. Також передбачено заходи, спрямовані на покращення/відновлення гідрологічного режиму та морфологічних показників у разі порушення вільної течії річок, гідравлічного зв'язку між руслами річок та їх заплавами. Заплановано

інфраструктурні проєкти та заходи, спрямовані на покращення стану поверхневих вод.

Концептуальна модель взаємодії впливу антропогенного навантаження на річково-басейнові системи та заходів, що спрямовані на його зменшення, представлена на рис. 5.2.



Рисунок 5.2 – Модель взаємодії впливу антропогенного навантаження на річково-басейнові системи та заходів щодо його зменшення [83]

Модель DPSIR розроблена Європейським Агентством Навколишнього середовища (ЕЕА) та адаптована до умов України. Модель передбачає аналіз чинників (видів господарської діяльності), що формують антропогенне навантаження на річково-басейнові системи. Наслідком антропогенного впливу є певний стан водних об'єктів, що оцінюється за результатами моніторингу. За результатами останнього визначаються важелі впливу на антропогенні чинники (певні заходи), що дають змогу зменшити антропогенне навантаження та поліпшити стан водного об'єкта.

Всього до плану заходів ПУРБ Дністра запропоновано 197 основних заходів. Серед них 28 заходів стосуються території басейну в межах Тернопільської області.

Для поверхневих водних об'єктів передбачено такі основні заходи:

- заходи, спрямовані на зменшення забруднення органічними, біогенними та небезпечними речовинами (дифузні та точкові джерела);
- заходи, спрямовані на покращення/відновлення гідрологічного режиму та морфологічних показників у разі порушення вільної течії річок, гідравлічного зв'язку між руслами річок та їх заплавами, гідрологічних змінах;
- заходи, спрямовані на зменшення впливу запланованих інфраструктурних проєктів на стан вод.

Небезпечні речовини включають метали, нафту та її похідні, ендокринні продукти, фармацевтичні препарати та ін.

Антропогенні навантаження та їхні впливи на річково-басейнові системи включають забруднення органічними, біогенними та небезпечними речовинами від основних джерел забруднення – каналізаційних очисних споруд (КОС) міст, селищ та промислових підприємств (точкове забруднення) та забруднення за рахунок площинного змиву з території водозбору (дифузне забруднення). Останнє формується за рахунок змиву з урбанізованих територій, сільськогосподарських угідь, тваринницьких комплексів та домогосподарств сільського населення, які не підключені до каналізаційних мереж.

Основними джерелами надходження органічних та біогенних речовин до водних об'єктів є неочищені або недостатньо очищені стічні води комунального господарства та промисловості. Значна частина міст та селищ в межах області підключена до комунальних очисних споруд. Збір стічних вод у сільських і частині селищних населених пунктах здійснюється в індивідуальні септики або вигреби, які є одними з потенційних джерел забруднення підземних водоносних горизонтів у басейні.

Домінуючу частину забруднення органічними та біогенними речовинами генерують великі міста з населенням понад 100 тис. осіб. В межах території, що розглядається – це Тернопіль. Зі стічними водами

таких міст до водних об'єктів надходить до 60–70 % органічних та біогенних речовин.

Зокрема, забруднення біогенними речовинами посилює широке використання фосфоровмісних пральних порошків і миючих засобів при недостатній очистці стічних вод міст. Ефективність видалення фосфору із стічних вод більшості очисних споруд в басейні Дністра не перевищує 20 %, хоча в Україні встановлені обмеження вмісту фосфатів в миючих засобах, що відповідають регламенту Європейського Парламенту.

Основними видами діяльності, які призвели до змін гідрологічного режиму, морфології русла та прилеглої частини заплави для приток Дністра є спрямлення і обвалування русел, регулювання стоку річок (ставки і водосховища).

До гідрологічних змін відносяться забори та скиди води, коливання рівнів води нижче гребель гідроелектростанцій, регулювання стоку шляхом створення акумулюючих водних об'єктів (водосховищ, ставків), які тою чи іншою мірою негативно впливають на природний гідрологічний режим річок.

5.2.1 Заходи покращення гідроекологічної ситуації в руслах річок регіону

Отже, основною причиною забруднення водних об'єктів області органічними, біогенними та небезпечними речовинами є недостатній ступінь очищення міських та промислових стічних вод або взагалі відсутність їх очистки. Тому серед переліку заходів, передбачених планом управління районом річкового басейну Дністра переважна частина (87 %, а для території Тернопільської області – 93 %) спрямовані на зменшення забруднення водних об'єктів органічними, біогенними та небезпечними речовинами від каналізаційних очисних споруд (КОС) урбанізованих територій та промислових підприємств (точкове забруднення) [50].

Пріоритетними заходами щодо упорядкування існуючого водовідведення на об'єктах житлово-комунального господарства та промисловості є:

- припинення скидання у водні об'єкти неочищених та недостатньо очищених стічних вод комунального господарства та промисловості;
- забезпечення відповідності ступенів очищення стічних вод установленим нормативам та стандартам.

Додаток 13 до Плану управління районом річкового басейну Дністра містить перелік та аналіз економічної ефективності окремих заходів, передбачених до реалізації протягом 2025–2030 років [83]. Як було зазначено вище, з них 28 (зі 197 основних) стосуються території Тернопільської області. Ефективність реалізації окремих заходів визначалася кількістю населення, на яку впливатиме захід, та загальною вартістю інвестицій (дод. А, табл. А.2).

Аналіз таблиці свідчить, що 26 з 28 заходів, запропонованих до реалізації на території басейну Дністра в межах Тернопільської області, спрямовані на зменшення забруднення водних об'єктів стічними водами від каналізаційних очисних споруд (КОС) урбанізованих територій та промислових підприємств. Високий рівень економічної ефективності мають заходи по реконструкції очисних споруд та мереж водовідведення міст Тернопіль та Чортків, оскільки кількість населення, на яку впливатиме захід, є тут найбільшою. Переважна кількість заходів (24 з 28) мають середній рівень економічної ефективності. Загальний обсяг коштів, необхідних для реалізації всіх передбачених Програмою заходів на території басейну Дністра в межах Тернопільської області, становить 3 837,1 млн грн. Фінансування заходів передбачено здійснювати за рахунок коштів державного і місцевих бюджетів, а також інших джерел, не заборонених законодавством.

5.2.2 Комплекс заходів щодо оптимізації екологічної ситуації на водозборах річок

Як було зазначено вище, дифузне забруднення водних об'єктів формується за рахунок змиву з урбанізованих територій, сільськогосподарських угідь, тваринницьких комплексів та домогосподарств сільського населення, які не підключені до каналізаційних мереж.

Планом управління районом річкового басейну Дністра передбачено низку заходів, спрямованих на зменшення такого виду забруднення, зокрема:

1) упорядкування існуючого водовідведення на урбанізованих територіях шляхом:

- припинення скидання до водних об'єктів неочищених поверхневих стічних вод на територіях міст та селищ;
- припинення засмічення водних об'єктів;

2) упорядкування існуючого водовідведення на сільськогосподарських угіддях шляхом:

- впровадження ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території водозбору;
- проведення агротехнічних протиерозійних заходів (щільювання ріллі, безполицевий обробіток ґрунту);
- рекультивация порушених земель;
- консервація еродованої і техногенно забрудненої ріллі (способом залуження та залісення);
- будівництво протиерозійних гідротехнічних споруд (валів земляних, канав, терас, доріг, лотків-перепадів, водоскидів, загат, протиерозійних ставків – накопичувачів твердого стоку тощо);

3) збереження водовідтворювальної здатності ландшафтів, оптимізація їх структури та забезпечення екологічної рівноваги природних процесів шляхом досягнення оптимального співвідношення угідь різних типів у водозбірних басейнах річок;

4) створення та упорядкування водоохоронних зон і прибережних смуг, підтримання встановленого режиму на територіях водоохоронних зон та прибережних смуг [109].

Крім того, оптимізації екологічної ситуації на водозборах річок та екологічно безпечному використанню водних ресурсів річок басейну сприятимуть такі заходи загального характеру:

- упорядкування і підвищення технічного та технологічного рівнів спеціального водокористування;
- забезпеченням обліку використання вод;
- впровадження мало- і безводних технологій, повторного використання стічних вод, замкнутих (безстічних) систем виробничого водопостачання;
- виконання природоохоронних планів, розроблених об'єктами господарювання, а також галузевих науково-технічних та інвестиційних, регіональних та місцевих екологічних програм [106].

Такий комплекс заходів забезпечить стале функціонування екосистеми Дністра та його приток в межах Тернопільської області, якісного водопостачання, екологічно безпечних умов життєдіяльності населення і господарської діяльності та захист водних ресурсів від забруднення та виснаження.

Висновки до розділу 5

Проведений аналіз програм державного та регіонального рівня щодо поліпшення якості води річок Тернопільської області, що виконувалися від початку 2000-х років, та проекту Плану управління районом річкового басейну Дністра 2025–2030 дозволив зробити такі висновки:

1. Низка Програм державного та регіонального (обласного) рівня, спрямованих на покращення гідроекологічного стану річково-басейнових систем лівих приток Дністра в межах Тернопільської області, була виконана

лише частково через нестачу фінансування, яке, на жаль, виділялося далеко не в повному обсязі. Левову частку виділених коштів використано на експлуатацію державного водогосподарського комплексу та управління водними ресурсами (це видатки споживання водогосподарського комплексу, оплата праці, комунальні послуги та ін.). Водночас на здійснення власне самих природоохоронних заходів виділялось від 7 до 23 % запланованих обсягів коштів.

2. Серед програм обласного рівня найкращий рівень фінансування (близько 70 % від запланованого) мала «Програма охорони навколишнього природного середовища в Тернопільській області на 2014–2020 роки». В рамках реалізації декількох природоохоронних заходів, передбачених цією програмою, що безпосередньо стосуються водних об'єктів, впродовж 2015–2019 років було збудовано та реконструйовано 12 об'єктів водовідведення та очистки зворотних вод.

3. Найкращий рівень фінансування та, відповідно, реалізації мали інвестиційні проекти, спрямовані на покращення гідроекологічного стану річок басейну Дністра в межах Тернопільської області, що виконувалися за кошти іноземних та вітчизняних інвесторів. Переважно такі проекти спрямовані на реконструкцію або будівництво каналізаційно-очисних споруд (КОС) окремих населених пунктів. Серед них особливої уваги заслуговує проєкт, спрямований на розвиток міської інфраструктури водопостачання та водовідведення м. Тернопіль та навколишніх сіл за рахунок Фонду чистих технологій (ФЧТ) Міжнародного банку реконструкції та розвитку (МБРР) під назвою «Другий проєкт розвитку міської інфраструктури (UIP2)».

На жаль, повномасштабне вторгнення РФ на територію України та скорочення бюджетних витрат призвело до необхідності внесення суттєвих коректив до виконання багатьох програм державного та обласного рівня та інвестиційних проєктів.

4. План управління районом річкового басейну Дністра (ПУРБ Дністра) містить перелік програм (планів) заходів для району річкового басейну, їх

зміст та проблеми, які передбачено розв'язати. Всього до плану заходів ПУРБ Дністра запропоновано 197 основних заходів (28 з них стосуються території басейну в межах Тернопільської області). Зокрема, це заходи, спрямовані на зменшення забруднення водних об'єктів басейну органічними, біогенними та іншими небезпечними речовинами, що надходять від дифузних та точкових джерел.

5. Основною причиною забруднення водних об'єктів області органічними, біогенними та небезпечними речовинами є недостатній ступінь очищення міських та промислових стічних вод або взагалі відсутність їх очистки. Тому серед переліку заходів, передбачених планом управління районом річкового басейну Дністра для території Тернопільської області, 93 % спрямовані на зменшення забруднення водних об'єктів органічними, біогенними та небезпечними речовинами від каналізаційних очисних споруд (КОС) урбанізованих територій та промислових підприємств.

Високий рівень економічної ефективності мають заходи з реконструкції очисних споруд та мереж водовідведення міст Тернопіль та Чортків, оскільки кількість населення, на яке впливатиме захід, є тут найбільшою. Переважна кількість заходів (24 з 28) мають середній рівень економічної ефективності.

6. Запатентовано спосіб аерації водойм, спрямований на поліпшення їх гідроекологічного стану (покращення кисневого режиму). Спосіб аерації водойми включає наповнення води киснем шляхом її розпилювання. Забір води здійснюють з самої водойми за допомогою водозабірної вузла, що жорстко встановлений на дні-ложі водойми. Вода під тиском подається в зовнішній аераційний трубопровід, в якому на певній відстані одна від одної встановлені форсунки для розпилювання води на поверхні водойми. Корисна модель належить до галузі біологічного оброблення води промислових або побутових стічних вод, зокрема стосується пристроїв та способів аерації великої кількості води, і може знайти застосування для біологічного очищення водоймищ, сильно зарослих синьо-зеленими водоростями, аерації рибогосподарських водойм тощо.

ВИСНОВКИ

Виконана оцінка гідроекологічних та гідрохімічних характеристик річково-басейнових систем (приток Дністра) Тернопільщини в умовах техногенного навантаження дозволила зробити такі висновки:

1) Автором *розроблено унікальну схему (алгоритм)* дослідження гідроекологічних та гідрохімічних характеристик річково-басейнових систем (приток Дністра) Тернопільщини *в умовах техногенного навантаження*. Унікальність розробленої схеми полягає у комплексному поєднанні гідрологічного, гідрохімічного та гідроекологічного напрямів досліджень річково-басейнових систем, їхніх змін під впливом господарської діяльності і трансформації кліматичних умов, що є пріоритетним напрямом наукових зусиль автора.

2) *Авторська* методика комплексного аналізу природних умов і техногенного навантаження в межах річково-басейнових систем регіону досліджень, ґрунтується на аналізі матеріалів спостережень 11 гідрологічних постів Гідрометеорологічної служби України та 14 пунктів моніторингу якості води Державного агентства водних ресурсів України (станом на 01.01.2024) на річках Тернопільської обл. (притоки Дністра). Здобувачем визначені такі *особливості* природних умов формування стоку:

- територія регіону належить до Подільського гідрогеологічного району Волино-Подільського артезіанського басейну. У живленні річок беруть участь водоносні горизонти у четвертинних та алювіальних, а також міоценових та верхньокрейдових відкладах;

- у структурі ґрунтового покриву найбільшу площу займають сірі опідзолені ґрунти (менш водопроникні, що зумовлює перезволоження верхніх горизонтів) й чорноземи (відзначаються досить високою водопроникністю та водотривкістю);

- регіон характеризується м'якою зимою з середніми температурами січня від $-4,0^{\circ}\text{C}$ до $-5,0^{\circ}\text{C}$ і теплим літом з середніми температурами липня

19–18°C. Річна кількість опадів зменшується з північного заходу і заходу на південний схід від 670 до 550 мм. Близько 70–75 % опадів випадає в теплий період року;

- недостатній ступінь очищення міських стічних вод або взагалі відсутність їх очистки є основною причиною забруднення річок басейну органічними та біогенними речовинами, що стимулює евтрофікацію поверхневих вод. Найбільшими забруднювачами водних об'єктів області органічними речовинами є підприємства харчової та деревообробної промисловості. На фоні високого рівня сільськогосподарського використання території гостро проявляються проблеми ерозії, перезволоження, заболочення ґрунтів.

3) Автором *вперше* оцінено багаторічні коливання характеристик середнього річного, максимального та мінімального стоку річок – приток Дністра в межах Тернопільської області з *виділенням часових меж сучасного маловодного періоду*. Відзначено, що притоки Дністра в межах Тернопільської області характеризуються щорічним весняним водопіллям (повінню), низькою літньою меженню з окремими дощовими паводками, низькою зимовою меженню, яка під час відлиг може перериватися підняттям рівнів води. Коливання середнього річного стоку досліджуваних річок є синхронними. На їх основі виділено дві маловодні фази – 1949–1966, 1983–1997 роки та дві багатоводні фази водності – 1967–1982, 1998–2011 роки. *З 2012 року на річках басейну розпочалася маловодна фаза, що триває до нині*. Від початку 1990-х років на річках басейну спостерігається яскраво виражена тенденція до зниження максимального стоку весняного водопілля. Причиною цього є зміна погодних умов взимку (нестійкий її перебіг, часті відлиги, відсутність значного промерзання ґрунту, малі снігозапаси). Починаючи з 2014/2015 років на річках – лівих притоках Дністра в межах Тернопільської області також спостерігається тенденція до зниження мінімального стоку зимового періоду та періоду відкритого русла. *Вперше* здійснено аналіз залежності внутрішньорічного розподілу стоку річок

регіону від виділених фаз водності. Встановлено особливості сучасного внутрішньорічного розподілу стоку подільських приток басейну Дністра, що характеризуються зменшенням об'єму стоку весняного водопілля. Це пов'язано з підвищенням температури повітря в період формування снігозапасів та зменшенням кількості опадів взимку та збільшенням стоку літньо-осінньої та зимової межени від об'єму річного стоку між досліджуваними періодами. Вплив кліматичних змін та господарської діяльності найбільш яскраво проявився у маловодні роки.

4) *Вперше* визначено унікальні особливості просторового та часового (внутрішньорічного) розподілу концентрацій головних іонів, значень мінералізації води, вмісту біогенних речовин, мікроелементів і специфічних забруднювальних речовин у воді досліджуваних річок. За результатами аналізу відзначено, що за останні роки в області відбулася стабілізація використання свіжої води для населення і господарства. Практично 99 % всієї води використовується для задоволення питних та санітарно-гігієнічних потреб населення та виробничих потреб (зокрема і для рибного господарства). Незважаючи на суттєве (порівняно з кінцем минулого сторіччя) скорочення використання населенням та господарством області свіжої води, залишається відносно стабільним обсяг скидання у водойми та водотоки області недостатньо очищених відпрацьованих вод. Спостерігається масштабне погіршення якості природних річкових вод, що суттєво погіршує якісний стан водойм. Важливим чинником техногенного навантаження на стік річок регіону є ступінь його зарегулювання. На річках – притоках Дністра в межах Тернопільської області функціонує 24 водосховища та 676 ставків. Значна частина ставків, особливо створених на малих річках, мають незадовільний технічний стан.

5) *Вперше* проведено оцінювання якості води досліджуваних річок шляхом аналізу рядів спостережень з використанням «Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення» (2022 р.). Удосконалено методику

оцінювання якості води річок. Встановлено, що концентрації головних іонів, мінералізація річкових вод, концентрації біогенних речовин, мікроелементів, специфічних забруднювальних речовин (нафтопродуктів та СПАР) були в межах нормативних вимог. Встановлено, що вода більшості досліджених лівобережних приток Дністра за гідрохімічним типом є гідрокарбонатною кальцієвою. Вода р. Нічлава – гідрокарбонатно-сульфатна кальцієва, що свідчить про вплив сульфатного карсту в її басейні. Мінімальні концентрації головних іонів та значення мінералізації води досліджуваних річок спостерігаються під час літньо-осінньої межени, що пояснюється випадінням значної кількості атмосферних опадів, відповідно наявністю паводків у цей період, які сприяють розбавленню. Взимку спостерігаються максимуми цих показників. Гідрохімічний режим для біогенних речовин, мікроелементів і специфічних забруднювальних речовин виражений слабше.

б) Автором *вперше* проаналізовано перелік заходів, передбачених Планом управління районом річкового басейну Дністра для території Тернопільської області та оцінено рівень їхньої економічної ефективності. Проведений аналіз програм державного та регіонального рівня щодо поліпшення якості води річок Тернопільської області, що виконувалися від початку 2000-х років, показав, що більшість з них була виконана лише частково через брак фінансування, яке, на жаль виділялося далеко не в повному обсязі (від 7 до 23 % запланованих обсягів коштів). Найкращий рівень фінансування та, відповідно, реалізації мали інвестиційні проекти, спрямовані на покращення гідроекологічного стану річок басейну Дністра в межах Тернопільської області (шляхом реконструкції або будівництва каналізаційно-очисних споруд (КОС) окремих населених пунктів), що виконувалися за кошти іноземних та вітчизняних інвесторів. Проаналізовано перелік заходів, передбачених Планом управління районом річкового басейну Дністра для території басейну в межах Тернопільської області. Переважну їх частину (93 %) передбачено спрямувати на зменшення забруднення водних об'єктів органічними, біогенними та небезпечними

речовинами від каналізаційних очисних споруд (КОС) урбанізованих територій та промислових підприємств. Оцінено рівень економічної ефективності передбачених заходів, спрямованих на покращення/відновлення гідрологічного режиму та морфологічних показників у разі порушення вільної течії річок, гідравлічного зв'язку між руслами річок та їх заплавами.

7) Автором отримано *патент на корисну модель* способу аерації водойм, спрямованого на поліпшення їх гідроекологічного стану (покращення кисневого режиму).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аксьом С.Д., Хільчевський В.К. Вплив сульфатного карсту на хімічний склад природних вод у басейні Дністра. Київ : Ніка-Центр, 2002. 204 с.
2. Андрейчук Ю.М. Геоінформаційне моделювання стану басейнових систем (на прикладі притоки Дністра річки Коропець) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Львів, 2012. 20 с.
3. Бабич М.Я. Водогосподарсько-екологічне районування басейну Дністра за рівнем антропогенного навантаження. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2008. Т.14. С. 151-157.
4. Бакало О.Д., Царик Л.П., Царик П.Л. Трансформація еколого-географічних процесів басейну річки Джурин : монографія. Тернопіль : СМП «Тайп», 2018. 163 с.
5. Балабух В.А. Региональное проявление глобального изменения климата в бассейне р. Днестр. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2012. Т.2 (27). С. 117-130.
6. Балабух В.А. Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Тернопільській області та можливі їх зміни до середини ХХІ ст. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*. Тернопіль, 2014. №1. С. 43-54.
7. Басейнове управління водних ресурсів річок Прут та Сірет. Офіційний сайт. URL: <https://dpbuvr.gov.ua/> (дата звернення: 05.04.2024).
8. Бассейн реки Днестр. Экологический атлас. Кишинев. 2012. 59 с.
9. Баужа Т.О., Горбачова Л.О. Циклічні коливання гідрометеорологічних характеристик у басейні р. Ріка. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2013. Вип.264. С. 34-43.
10. Бойко А.І., Лободзінський О.В., Лук'янець О.І. Розрахункові характеристики середнього річного стоку води правобережної та лівобережної частин басейну р. Дністер до м. Заліщики. *Гідрологія,*

гідрохімія і гідроекологія. 2020. Т. 3(58). С.58-72. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.6> (дата звернення: 11.06.2024).

11. Більбот Г.В. Вплив зміни клімату на внутрішньорічний розподіл стоку річок басейну Сіверського Дінця в межах України : дис. ... д-ра філософії : 103 Науки про Землю. Київ, 2023. 175 с.

12. Більбот, Г.В., Гребінь, В.В. Сучасна трансформація сезонного розподілу стоку води річок басейну Сіверського Дінця. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2020. № 3(58). С. 48-58. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.5> (дата звернення: 22.06.2024).

13. Більбот Г.В., Капуста Т.Я. Аналіз внутрішньорічного розподілу стоку води лівобережних приток Дністра в межах Тернопільської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2024. № 1(71). С. 40-49. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.1.4> (дата звернення: 17.06.2024).

14. Більбот Г.В., Лук'янець О.І., Гребінь В.В. Структура часових рядів річного стоку води річок басейну Сіверського Дінця на основі стохастичного аналізу його багаторічних коливань. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 4(62). С. 18-34. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.4.2> (дата звернення: 11.04.2024).

15. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання : монографія. Київ : Віпол, 2000. 376 с.

16. Вишневський В.І. Природний та антропогенно змінений стік Дністра. Причорноморський екологічний бюлетень. 2005. № 3-4. С.87-91.

17. Вишневський В.І. Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр, 2003. 324 с.

18. Вишневський В. І., Куций А.В. Багаторічні зміни водного режиму річок України. Київ : Наукова думка, 2022. 252 с.

19. Водне господарство в Україні / за ред. А.В. Яцика, В.М. Хорєва. Київ : Генеза, 2000. 456 с.

20. Водний фонд України. Штучні водойми. Водосховища і ставки / за ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. Київ : Інтерпрес, 2014. 163 с.

21. Водные ресурсы реки Днестр / отв. ред. А.В. Огиевский. Киев : Изд. АН УССР, 1952. 220 с.
22. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: підручник / А.В. Яцик, Ю.М. Грищенко, Л.А. Волкова, І.А. Пашенюк. Київ : Генеза, 2007. 360 с.
23. Географічна енциклопедія України: У 3-х т. / за ред. О.М. Маринича. Київ : «Українська радянська енциклопедія» ім. М. Бажана, 1989. Т.1: А-Ж. 416 с. 1990. Т.2: З-О. 480 с. 1993. Т.3: П-Я. 480 с.
24. Географія Тернопільської області: монографія. Природні умови і ресурси. Т. 1. (за ред. проф. Сивого М.Я.). Тернопіль : ФОП Осадца Ю.В., 2020. 516 с.
25. Географія Тернопільської області : монографія. В 2-х т. Т.2. Населення. Господарство. 2-е вид., перероблене і доповнене / за ред. проф. Л.Б. Заставецької. Тернопіль: Осадца Ю.В., 2020. 540 с.
26. Геоекологія річково-басейнової системи верхнього Дністра: монографія / О.В. Пилипович, І.П. Ковальчук; за наук. ред. проф. І.П. Ковальчука. Львів-Київ: ЛНУ ім. Івана Франка, 2017. 284 с.
27. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.05.2022 р. № 721. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text> (дата звернення 02.02.2024).
28. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов / Л.А. Сиренко и др. за ред. Брагинского Л.П. Киев : Наук. думка, 1992. 356 с.
29. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки : підручник. Одеса : ТЕС, 2014. 484 с.
30. Горбачова Л.О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України. *Український географічний журнал*. 2015. № 3. С. 16-23. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2015.03.016> (дата звернення 02.07.2024).
31. Гребінь В.В. Внутрірічний розподіл стоку води і наносів лівобережних приток Дністра та його сучасні зміни. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2005. Т.7. С. 133-142.

32. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) : монографія. Київ : Ніка-Центр, 2010. 316 с.
33. Гребінь В.В., Мокін В.Б., Сташук В.А., Хільчевський В.К., Яцюк М.В., Чунарьов О.В., Крижановський Є.М., Бабчук В.С., Ярошевич О.Є. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу. Київ : Інтерпрес, 2013. 55 с.
34. Гребінь В.В., Мудра К.В. Використання регіональної моделі клімату (РЕМО) для оцінювання тенденцій коливань стоку води в басейні Дністра. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Географія*. 2018. Т.1 (70). С.22-28.
35. Данильченко О. С. Річкові басейни Сумської області : геоекологічний аналіз : монографія. Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2019. 270 с.
36. Данько К.Ю., Ободовський О. Г. Аналіз інтенсивності прояву вертикальних руслових деформацій річок басейну р. Стир. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2011. Т. 4. С. 56-66. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2011_4_8 (дата звернення 07.03.2024).
37. Денисик Г. І. Природнича географія Поділля. Вінниця: ЕкоБізнесЦентр, 2006. 184 с.
38. Денисик Г. І., Хасцький Г. С., Стефанков Л. І. Водні антропогенні ландшафти Поділля : монографія. Вінниця : ПП «Видавництво «Теза», 2007. 216 с.
39. Державне агентство водних ресурсів України. Державний облік водокористування / https://davr.gov.ua/fls18/vodokorystuvanna_ter_21.pdf (дата звернення: 09.06.2024).
40. Державний водний кадастр. Розділ 1. Поверхневі води. Серія 2. Щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші 2020 р. Частина 1. Річки і канали. Випуск 1. Басейн Західного Бугу, Дунаю, Дністра, Південного Бугу : довідникове видання. Київ, 2022. 213 с.

41. Державний водний кадастр. Розділ 1. Поверхневі води Серія 3. Багаторічні дані. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші (за 2016–2020 рр. та весь період спостережень). Частина 1. Річки. Випуск 1. Басейни Західного Бугу, Дунаю, Дністра, Південного Бугу : довідникове видання. Київ, 2023. 468 с.

42. Другий проект розвитку міської інфраструктури (ФЧТ) : Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 23.04.2014 № 410-р. URL: <https://profi.gov.ua/projects/233832130> (дата звернення: 23.06.2024).

43. Дубіс Л. Ф. Структурна організація та функціонування річкових систем гірської частини басейну Тиси: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. : 11.00.11 Львів, 1995. 26 с.

44. Екологічні основи управління водними ресурсами: навч. посібник / за ред. А.І Томільцевої, А.В. Яцика, В.Б. Мокіна. Київ : Ін-т екологічн. Упр-ня та збаланс. Природокористування, 2017. 200 с.

45. Заключительный отчет. Проект инициативы ENVSEC «Снижение уязвимости к экстремальным наводнениям и изменению климата в бассейне реки Днестр» / С. Краковская, В. Балабух, Л. Горбачева, Ю. Набиванец. Киев : УкрГМИ, 2012. 118 с.

46. Закон України «Про Загальнодержавну цільову програму «Питна вода України» на 2011–2020 роки» № 2455-IV від 03.03.2005 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2455-15#Text> (дата звернення: 27.02.2024).

47. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» № 4836-VI. Від 24 травня 2012 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4836-17#Text> (дата звернення: 19.03.2024).

48. Заставецька Л., Заставецький Т. Сучасна демографічна ситуація в Україні: проблеми та перспективи : монографія. Тернопіль, «Вектор», 2022. 106 с.

49. Капуста Т. Багаторічні коливання максимального та мінімального стоку води лівобережних приток Дністра. *Науково-практична*

конференція, присвяченій Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» 22-23 березня 2024 р. : тези. Київ, УкрГМІ. С. 36-39.

50. Капуста Т.Я. Оптимізація гідроекологічного стану річково-басейнових систем Тернопільської області: сучасність та перспективи. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2024. № 2(72). С. 42-56. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.2.4> (дата звернення: 28.07.2024).

51. Капуста Т.Я., Сивий М.Я., Бицюра Л.О. Аналіз стану вивченості річок басейну Дністра в межах Тернопільщини. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. № 4(66). С. 68-80. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2022.4.8>. (дата звернення: 29.01.2024).

52. Клименко О.М., Статник І.І. Методологія покращення екологічного стану річок Західного Полісся (на прикладі р. Горинь) : монографія. Рівне : НУВГП, 2012. 224 с.

53. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів: Інститут українознавства, 1997. 440 с.

54. Ковальчук І. П., Михнович А. В. Трансформаційні процеси в структурі річкових систем Українських Карпат. *Фізична географія і геоморфологія*. Київ, 2012. № 2(66). С. 167–174.

55. Ковальчук І. П. Павловська Т. С. Річково-басейнова система Горині: структура, функціонування, оптимізація: монографія. Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. 244 с.

56. Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О. Водний баланс басейнів річок Дністра до міста Заліщики. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2018. Т. 1(41). С. 24-36.

57. Коноваленко О.С. Аналіз інтенсивності горизонтальних руслових деформацій на гірських річках Закарпаття. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2006. Т. 11. С. 153-158.

58. Кононенко Н.И. Гидрологические и геоморфологические условия формирования годового стока рек бассейна Днестра. *Труды УкрНИГМИ*. 1970. Вып. 88. С. 88-98.

59. Кононенко Н.И. Колебания годового стока рек бассейна Днестра. *Труды УкрНИГМИ*. 1970. Вып. 93. С. 117-127.
60. Крута Н. С. Еколого-географічний стан річково-басейнової системи Лугу (притока Дністра) : оцінювання, моніторинг, оптимізація : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. : 11.00.11. Львів, 2014. 24 с.
61. Курганевич Л., Вербенець Л. Оцінка антропогенного навантаження на річково-басейнову систему Рата. *Вісник Львівського університету. Серія географія*. 2014. Вип. 47. С. 164-170.
62. Лобода Н.С., Дорофєєва В.П. Оцінка мінливості стоку річок у басейні р. Дністер. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2011. Вип. 12. С. 168-177.
63. Лобода Н.С., Дорофєєва В.П. Стан водних ресурсів р. Дністер за сценаріями глобального потепління. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2011. Т.3 (24). С. 36-44.
64. Лохтин В.М. Река Днестр, её судоходство, свойства и улучшение. Одесса : Типография А. Шильце, 1886. 119 с
65. Лук'янець О.І., Ободовський О.Г., Гребінь В.В., Почаєвець О.О., Корнієнко В.О. Просторові закономірності зміни середнього річного стоку води річок України. *Український географічний журнал*. 2021. № 1. С. 6-14. URL: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01.006> (дата звернення: 11.05.2024).
66. Малі річки України: довідник / за ред. А.В. Яцика. Київ : Урожай, 1991. 296 с.
67. Материалы по типизации рек Украинской ССР. Гидрографические характеристики рек Украинской ССР / за ред. Дрозд Н.И. Киев : Изд-во АН УССР, 1953. 349 с.
68. Мельник С.В., Лобода Н.С. Динамика наносов верхнего и среднего Днестра в условиях антропогенной нагрузки и изменения климата : монографія. Одесский государственный экологический университет. Одесса : ТЕС, 2019. 296 с.
69. Мисковець І. Я., Мольчак Я. О. Оцінка рівня антропогенного навантаження на басейни малих річок м. Луцька. *Наукові записки Сумського*

державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка. Серія: Географічні науки. 2023. Т. 2. Вип. 4. С. 39-44. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7852941> (дата звернення: 11.06.2024).

70. Мудра К.В. Відновлення стоку на гідрологічних постах річки Дністер з метою вивчення його довгоперіодних коливань. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2017. Т.2 (45). С. 30-39.

71. Мудра К.В. Аналіз багаторічної динаміки коливань стоку Дністра та його приток. *Фізична географія та геоморфологія.* 2018. Вип. 3 (91). С. 15-20.

72. Ободовський О.Г., Коноваленко О.С., Розлач З.В., Ярошевич О.Є. Ідентифікація та типологія водних об'єктів Верхньої Тиси. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2010. Т.2 (19). С. 56-64.

73. Ободовский А.Г., Розлач З.В., Легка Ю.М. и др. Продольные профили основных водотоков в бассейне Днестра в контексте определения направленности вертикальных деформаций русла. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2008. Т.15. С. 43-54.

74. Овчарук В.А., Гопченко Є.Д., Траскова А.В. Нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Дністер. Харків : ФОП Панов А.М., 2017. 252 с.

75. Основи гідрохімії : підручник / за ред. В.К. Хільчевського, В.І. Осадчого, С.М. Курила. Київ : Ніка-Центр, 2012. 312 с.

76. 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.

77. Павловська Т. Структурні зміни річкової системи Горині у другій половині ХХ сторіччя. ТНПУ ім. В. Гнатюка. 2005. С. 101–104. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/153588363.pdf> (дата звернення: 01.06.2024).

78. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України. 2-е вид., доп. Київ : Ніка-Центр, 2006. 320 с.

79. Палієнко В.П., Барцевський М.Є., Бортник С.Ю., Палієнко Е.Т., Вахрушев Б.О., Кравчук Я.С., Гнатюк Р.М., Зінько Ю.М. Загальне

геоморфологічне районування території України. *Український географічний журнал*. 2004. № 1. С. 3-11.

80. Пилипович О.В., Ковальчук І.П. Геоекологія річково-басейнової системи верхнього Дністра : монографія / за наук. ред. І.П. Ковальчука. Львів-Київ : ЛНУ ім. І. Франка, 2017. 284 с.

81. Пилипович О.В., Колодко М. Аналіз гідроекологічного стану поверхневих вод у басейнових системах верхньої частини сточища Дністра. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Географія*. Тернопіль, 2005. № 2. С. 257-262.

82. «Питна вода Тернопілля на 2018–2020 роки», затверджена Тернопільською обласною радою від 28.03.2018 р. № 937 (зі змінами). URL: <https://oda.te.gov.ua/diyalnist/regionalni-cilovi-programi> (дата звернення: 11.01.2024).

83. План управління річковим басейном Дністра 2025–2030. URL: https://davr.gov.ua/fls18/tu/RBMP_Dniester/purb_dnis.pdf (дата звернення: 14.01.2024).

84. Порядок здійснення державного моніторингу вод : Постанова КМ України від 19.09.2018 р. № 758, зі змінами – постанови КМ України від 2019, 2020 рр. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text> (дата звернення: 11.02.2024).

85. Природа Тернопільської області / за ред. К.І. Геренчука. Львів : Вища школа, вид-во при Львів. Ун-ті, 1979. 167 с.

86. Природні умови та ресурси Тернопільщини / наук. ред.: Сивий М.Я., Царик Л.П. Тернопіль : Терно-граф, 2011. 512 с.

87. «Програма охорони навколишнього природного середовища в Тернопільській області на 2014–2020 роки» : затверджена Рішенням Тернопільської обласної ради від 18 вересня 2014 року № 1778 (зі змінами). URL: <https://oda.te.gov.ua/diyalnist/regionalni-cilovi-programi> (дата звернення: 15.01.2024).

88. «Програма розвитку водного господарства та водно-екологічного оздоровлення природного середовища Тернопільської області на період до

2021 р.» : затверджена Тернопільською обласною радою від 12.11.2013 р. № 1541. URL: <https://oda.te.gov.ua/diyalnist/regionalni-cilovi-programi> (дата звернення: 16.01.2024).

89. «Програма розвитку водного господарства та водно-екологічного оздоровлення природного середовища Тернопільської області на 2022–2024 рр.» : затверджена рішенням Тернопільської обласної ради від 10.11.2021 р. № 353. URL: <https://ecology.te.gov.ua/byudzhetni-programi/programa-rozvitku-vodnogo-gospodarstva-ta-vodno-ek/> (дата звернення: 17.01.2024).

90. «Програма розвитку лісового господарства Тернопільщини на 2017–2021 рр.» : затверджена Тернопільською обласною радою від 10.05.2017 р. № 538 (зі змінами). URL: <https://oda.te.gov.ua/diyalnist/regionalni-cilovi-programi> (дата звернення: 18.01.2024).

91. «Про затвердження Порядку розроблення плану управління річковим басейном» / Постанова КМ України від 18.05.2017 р. № 336. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/336-2017-%D0%BF#Text> (дата звернення: 19.02.2024).

92. «Про Комплексну програму захисту від шкідливої дії вод сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь в Україні у 2001–2005 роках та прогноз до 2010 року» : Постанова КМ України від 26.07.2000 р. № 1173. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1173-2000-%D0%BF#Text> (дата звернення: 20.02.2024).

93. «Про схвалення Концепції Державної цільової програми розвитку земельних відносин в Україні на період до 2020 року» / Затверджено розпорядженням КМ України від 17.06.2009 р. № 743-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/743-2009-%D1%80#Text> (дата звернення: 21.02.2024).

94. Районування території басейну р. Дністер за особливостями рисунку ерозійної мережі. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій* : збірник наукових праць. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 236 с.

95. Регіональний офіс водних ресурсів у Тернопільській області. Водні ресурси області. URL: <https://rovrt0.davr.gov.ua/%d0%b2%d0%be%d0%b4%d0%bd%d1%96-%d1%80%d0%b5%d1%81%d1%83%d1%80%d1%81%d0%b8-%d0%be%d0%b1%d0%bb%d0%b0%d1%81%d1%82%d1%96/> (дата звернення: 17.03.2024).
96. Руслові процеси річки Лімниця : монографія / О. Г. Ободовський та ін. Київ : Ніка-Центр, 2010. 256 с.
97. Сайт Днестровской комиссии (Комиссия по устойчивому использованию и охране реки Днестр). URL:: <https://dniester-commission.com/publications/> (дата звернення: 18.03.2024).
98. Самойленко В. М., Діброва І. О., Пласкальний В. В. Антропоізація ландшафтів : монографія. Київ : Ніка-Центр, 2018. 232 с.
99. Середнє Придністров'я / за ред. Г. І. Денисика. Вінниця : Теза, 2007. 431 с.
100. Сивий М., Гавришок Б., Демянчук П.. Мінерально-сировинний потенціал Хмельниччини: проблеми освоєння, перспективи : монографія Тернопіль, ФОП Осадца В., 2023. 332 с.
101. Силецкий Ю.А. Долинно-речные геоконплексы: структура, классификация, проблемы природопользования (на примере долины р. Южный Буг) : автореф. дисс. ... канд. геогр. наук : 11.00.01. Киев, 1992. 18 с.
102. Сніжко С.І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем : монографія. Київ : Ніка-Центр, 2006. 284 с.
103. Сніжко С. І., Павельчук Є. М. Основні закономірності внутрішньорічного розподілу водного стоку річок Житомирського Полісся. *Фізична географія та геоморфологія*. 2014. Вип. 1(73). С. 89-94.
104. Соседко М. Н. Зависимость характеристик максимальных расходов воды дождевых паводков в бассейне Днестра от ландшафтных условий. *Труды УкрНИГМИ*. 1973. Вып. 123. С. 100-118.

105. Соседко М.Н. Проявление цикличности в годовом и сезонном стоке Днестра. *Труды УкрНИГМИ*. 1974. Вып. 129. С.42-51.
106. Спосіб аерації водойми: пат. 156045 Україна: С02F 3/00 С02F 7/00. № и 2023 05428: заявл. 13.11.2023; опубл. 02.05.2024, Бюл. № 18. 172 с.
107. Справочник по водным ресурсам / под ред. Б.И. Стрельца. Киев : Урожай, 1987. 304 с.
108. Справочник по водным ресурсам СССР. Т.VIII. Украинская ССР. Ч.2 / под ред. М.С. Каганера. Киев : Изд-во АН УССР, 1955. 657 с.
109. Сташук В.А., Мокін В.Б., Гребінь В.В, Чунар'ов О.В. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом : монографія. Херсон : Грін'ь, 2014. 320 с.
110. «Стратегія розвитку Тернопільської області на період до 2027 р. та План заходів з її реалізації у 2021–2023 рр.», затверджена Тернопільською обласною радою від 03.12.2020 р. № 16. URL: <https://oda.te.gov.ua/storage/app/sites/26/strategia-oblasti-na-2021-2027-roku.pdf> (дата звернення: 02.04.2024).
111. Тернопільщина: цілі і потенціал сталого природокористування : монографія / за ред. проф. Царика Л.П. Тернопіль : Науково-видавничий відділ ТНПУ, 2016. 498 с.
112. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. 2014 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text (дата звернення: 16.04.2024).
113. Ухань О.О., Осадчий В.І. Закономірності формування хімічного складу поверхневих вод басейну Сіверського Дінця. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. (18). С. 166-179.
114. Хільчевський В. К. Гідрохімічний словник. Київ: ДІА, 2022. 208 с.
115. Хільчевський В.К., Гончар Л.М., Забокрицька М.Р., Кравчинський Р.Л., Сташук В.А., Чунар'ов О.В. Гідрохімічний режим та

якість поверхневих вод басейну Дністра на території України : монографія / за ред. В. К. Хільчевського. Київ : Ніка-Центр, 2013. 256 с.

116. Хільчевський В.К., Капушта Т.Я., Бицюра Л.О. Характеристика хімічного складу води та гідрохімічного режиму лівобережних приток Дністра в межах Тернопільської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2023. № 3(69). С. 30-50. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.3.3> (дата звернення: 11.06.2024).

117. Хільчевський В.К., Забоклицька М.Р., Кравчинський Р.Л., Чунар'юв О.В. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник / за ред. В. К. Хільчевського. К.: ВПЦ «Київський університет», 2015. 154 с.

118. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Регіональна гідрохімія України : монографія. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2019. 343 с.

119. Швець Г.І. Характеристики водності річок України. Київ : Наукова думка, 1964. 192 с.

120. Шерешевский А.И., Войцехович В.А. Влияние хозяйственной деятельности на сток Днестра. *Труды Укр. Регионального НИИ*. 1984. № 200. С. 69-76.

121. Ющенко Ю.С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел. Чернівці : Рута, 2005. 320 с.

122. Ющенко Ю.С. Огляд характерних особливостей морфогенезу русел подільських приток Дністра. *Наукові записки Вінницького державного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. Вінниця. 2005. Вип. 8. С. 28-36.

123. Ющенко Ю.С., Кирилюк А.О., Костенюк Л.В., Опеченик В.М., Паланичко О.В., Пасічник М. Д. Територіальна структура умов та проявів руслоформування річок. *Фізична географія та геоморфологія*. 2012. Вип.2. С. 72-78.

124. Явкін В.Г., Мельник А.А. Функціонування річково-басейнових систем під впливом природокористування : монографія. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 232 с.
125. Allan DJ. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annu Rev Ecol Evol Syst.* 2004. Vol. 35: P. 257-284. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122> (date of access: 21.04.2024).
126. Aspray KL, Holden J, Ledger ME, Mainstone CP, Brown LE.. Organic sediment pulses impact rivers across multiple levels of ecological organization. *Ecohydrology.* 2017. Vol. 10.6. URL: <https://doi.org/10.1002/eco.1855> (date of access: 13.06.2024).
127. Bytsyura L., Kapusta T. ISSUE OF TRANSFORMATION OF WATER USE IN UKRAINE. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія Географія.* Тернопіль: Тайп, 2022. Вип. 2. (53). С. 124-128. URL: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.22.2.16> (date of access: 31.05.2024).
128. Bolbot H., Grebin V., Obodovskyi O. And Snizhko S. Water budget elements of the Siverskyi Donets River Basin in different water runoff periods. *XXth International Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, Geoinformatics 2021: Conference Proceedings.* Volume 2021, Kyiv, Ukraine, 10-14 May 2021. Kyiv, 2021. P. 1-6. URL: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521135> (date of access: 21.04.2024).
129. Bolbot H., Kapusta T. Intra-annual runoff distribution of the Podolia tributaries of the Dniester River by separate water periods. *XVII International Scientific Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Monitoring 2023: Conference Proceedings.* Volume 2023, Kyiv, Ukraine, 7–10 November 2023. Kyiv, 2023. P. 1-5.
130. Brierley GJ, Fryirs KA. *Geomorphology and River Management : Applications of the River Styles Framework.* Oxford : Blackwell. 2005
131. Brookes A. Channelized Rivers. *Perspectives for Environmental Management.* Chichester: John Wiley & Sons. 1988.

132. Collet, L., Beevers, L., & Prudhomme, C. (2017). Assessing the impact of climate change and extreme value uncertainty to extreme flows across Great Britain. *Water*, Vol. 9(2). P. 103. URL: <https://doi.org/10.3390/W9020103> (date of access: 21.03.2024).

133. Dang M. H., Shinya U., Masatoshi Yu. Morphological Changes of the Lower Tadori River, Japan, over 50 Years. *Water*. 2019. № 11(9). URL: <https://doi.org/10.3390/w11091852> (date of access: 11.06.2020).

134. Downs PW, Gregory KJ. River Channel Management: Towards Sustainable Catchment Hydrosystems. London: Hodder. 2004.

135. England, J., Angelopoulos, N., Cooksley, S., Dodd, J., Gill, A., Gilvear, D., Johnson, M., Naura, M., O'hare, M., Tree, A., Wheeldon, J., & Wilkes, M. A. Best practices for monitoring and assessing the ecological response to river restoration. *Water*. 2021. Vol. 13(23), P. 3352. URL: <https://doi.org/10.3390/W13233352> (date of access: 11.06.2020).

136. England J, Skinner KS, Carter MG. Monitoring, river restoration and the Water Framework Directive. *Water Environ J*. 2008. Vol. 22. P. 227–234. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2007.00090.x> (date of access: 11.06.2020).

137. Feio, M. J., Alves, T., Boavida, M., Medeiros, A., & Graca, M. Functional indicators of stream health: A river-basin approach. *Freshwater Biology*. 2010. Vol. 55. P. 1050–1063. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02332.x> (date of access: 11.06.2020).

138. Fuchs S., Kaiser M., Kiemle L., Kittlaus S., Rothvoß S., Toshovski S., Wagner A., Wander R., Weber T., Ziegler S. Modelling of regionalized emissions (more) into water bodies: An open-source river basin management system. *Water (Switzerland)*. 2017. P. 9. URL: <https://doi.org/10.3390/w9040239> (date of access: 11.06.2020).

139. Fu H, Gaüzère P, García Molinos J, Zhang P, Zhang H, Zhang M, Niu Y, Yu H, Brown LE, Xu J. Mitigation of urbanization effects on aquatic ecosystems by synchronous ecological restoration. *Water Research*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117587> (date of access: 11.06.2020).

140. Fu H, Xu J, Zhang H, García Molinos J, Zhang M, Klaar M, Brown LE. A meta-analysis of environmental responses to freshwater ecosystem restoration in China (1987–2018). *Environmental Pollution*. 2023. Vol. 316. Part 2. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120589> (date of access: 11.06.2020).

141. Gregory K. J. The human role in changing river channels. *Geomorphology*. 2006. V. 79, № 3-4. P. 172-191. URL: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.018> (date of access: 31.07.2024).

142. Hauer, R. F., & Lamberti, G. A. *Methods in stream ecology*. 2006. London: Academic Press.

143. Kay, A. L., Crooks, S. M., Davies, H. N., Prudhomme, C., & Reynard, N. S.. Probabilistic impacts of climate change on flood frequency using response surfaces I: England and Wales. *Regional Environmental Change*. 2014. Vol. 14(3). P. 1215-1227. URL: <https://doi.org/10.1007/S10113-013-0563-Y/FIGURES/7> (date of access: 15.05.2024).

144. Khilchevskiy, V., Kapusta, T., Sherstyuk, N., & Zabokrytska, M. Hydrochemical characteristics of left-bank tributaries of the Dniester within Ternopil Oblast. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2024. Vol.33(1). P. 88-99. URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112410> (date of access: 17.06.2024).

145. Kittlaus, S., Clara, M., van Gils, J., Gabriel, O., Broer, M.B., Hochedlinger, G., Trautvetter, H., Hepp, G., Krampe, J., Zessner, M., Zoboli, O., 2022. Coupling a pathway-oriented approach with tailor-made monitoring as key to well-performing regionalized modelling of PFAS emissions and river concentrations. *Sci. Total Environ.* P. 849. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157764> (date of access: 18.02.2024).

146. Liu M., E. Saracevic, S. Kittlaus, T. Oudega, A. Obeid, Z. Nagy-Kovács, B. László, J. Derx, O. Zoboli, M. Zessner. Occurrence of PFAS in the catchment of the Upper Danube, *River Basins Conference 2024*, Budapest. URL: https://www.riverbasins.kit.edu/downloads/River%20Basins%202024%20-%20Abstract%20book_v10_final.pdf (date of access: 17.02.2024).

147. Milner AM, Picken JL, Klaar MJ, Robertson AL, Clitherow LR, Eagle L, Brown LE. River ecosystem resilience to extreme flood events. *Ecology and Evolution*. 2018. V. 8354-8363. P. 8.16. URL: <https://doi.org/10.1002/ece3.4300> (date of access: 21.03.2024).
148. Min Xu, Shichang Kang, Xiaoming Wang, Didi Hu, Daqing Yang. Climate and hydrological changes in the Ob River Basin during 1936–2017. *Wiley Online Library. Hydrological Processes*. 2020. V. 34, № 8. URL: <https://doi.org/10.1002/hyp.13695> (date of access: 21.06.2024).
149. Mostowik K., Siwek Ja., Kisiel M., Kowalik K., Krzysik M., Plenzler Jo., Rzonca B. Runoff trends in a changing climate in the Eastern Carpathians (Bieszczady Mountains, Poland). *CATENA*. 2019. V. 182. URL: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104174> (date of access: 18.05.2024).
150. O’Briain R. Climate change and European rivers: An eco-hydromorphological perspective. *Ecohydrology*. 2019. V. 12, № 5. E2099. URL: <https://doi.org/10.1002/eco.2099> (date of access: 19.06.2024).
151. Pathak D, Hutchins M, Brown LE, Loewenthal M, Scarlett P, Armstrong L, Nicholls D, Bowes M, Edwards F, Old G. 2022. High-resolution water-quality and ecosystem-metabolism modeling in lowland rivers. *Limnology and Oceanography*. 1313-1327 67.6. URL: <https://doi.org/10.1002/lno.12079> (date of access: 17.04.2024).
152. Pinto U., Maheshwari B. A framework for assessing river health in peri-urban landscapes. *Ecohydrology & Hydrobiology*. 2014. № 2. P. 121-131. DOI: 10.1016/j.ecohyd.2014.04.001 (date of access: 28.03.2024).
153. Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Prestegard, K. L., Richter, B. D., & Stromberg, J. C. The natural flow regime. *BioScience*. 1997. Vol. 47(11). P. 769-784. URL: <https://doi.org/10.2307/1313099> (date of access: 31.01.2024).
154. Reich, P., & Lake, P. S. Extreme hydrological events and the ecological restoration of flowing waters. *Freshwater Biology*. 2015. Vol. 60(12), P. 2639-2652. URL: <https://doi.org/10.1111/fwb.12508> (date of access: 18.01.2024).

155. Šajn, R., Halamić, J., Peh, Z., Galović, L., Alijagić, J. Assessment of the natural and anthropogenic sources of chemical elements in alluvial soils from the Drava River using multivariate statistical methods. *J. Geochemical Explor.* 2011. Vol. 110. P. 78-289. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2011.06.009> (date of access: 24.04.2024).
156. Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J. A., Folke, C., & Walker, B. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature.* 2001. Vol. 413(6856). P. 591-596. URL: <https://doi.org/10.1038/35098000> (date of access: 14.07.2024).
157. Słownik geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich / pod red. F. Sulimierskiego, B. Chlebowskiego, J. Krzywickiego i W. Walewskiego. T. II, Warszawa. 1881. 943 s.
158. Smith, B., Clifford, N. J., & Mant, J. The changing nature of river restoration. *WIREs Water.* 2014. Vol. 1. P. 249-261. URL: <https://doi.org/10.1002/wat2.1021> (date of access: 22.07.2024).
159. Venohr, M., Hirt, U., Hofmann, J., Opitz, D., Gericke, A., Wetzig, A., Natho, S., Neumann, F., Hürdler, J., Matranga, M., Mahnkopf, J., Gadegast, M., Behrendt, H., Modelling of Nutrient Emissions in River Systems – MONERIS – Methods and Background. *Int. Rev. Hydrobiol.* 2011. V. 96. P. 435-483. URL: <https://doi.org/10.1002/iroh.201111331> (date of access: 28.06.2024).
160. Wilkes MA, Mungee M, Naura M, Bell VA, Brown LE. Predicting nature recovery for river restoration planning and ecological assessment: A case study from England, 1991-2042. *River Research and Applications.* 2024. URL: <https://doi.org/10.1002/rra.4282> (date of access: 27.05.2024).
161. Yoshimura C, Omura T, Furumai H, Tockner K. Present state of rivers and streams in Japan. *River Res Appl.* 2005. Vol. 21. P. 93-112. URL: <https://doi.org/10.1002/rra.835> (date of access: 13.06.2024).

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Сезонний внутрішньорічний розподіл стоку лівобережних приток Дністра за визначені фази водності

Період, роки	Фаза водності	Внутрішньорічний розподіл стоку за сезонами, %								
		Рік 25%-забезпеченості			Рік 50%-забезпеченості			Рік 75%-забезпеченості		
		весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима
Золота Липа – Бережани										
1949–1966	маловодна	24	54	22	28	50	22	23	51	26
1967–1982	багатоводна	16	64	20	17	63	20	15	73	12
1983–1997	маловодна	22	49	29	18	59	24	19	62	19
1998–2011	багатоводна	22	58	20	23	60	17	16	68	16
Золота Липа – Задарів										
1949–1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967–1982	багатоводна	26	57	17	24	58	18	22	59	20
1983–1997	маловодна	21	56	23	19	61	20	22	60	18
1998–2011	багатоводна	27	52	21	21	59	21	22	55	23

Продовження таблиці А.1

Період, роки	Фаза водності	Внутрішньорічний розподіл стоку за сезонами, %								
		Рік 25%-забезпеченості			Рік 50%-забезпеченості			Рік 75%-забезпеченості		
		весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима
Коропець – Підгайці										
1949–1966	маловодна	27	40	33	27	60	13	31	53	16
1967–1982	багатоводна	32	45	23	29	55	16	22	63	15
1983–1997	маловодна	27	53	20	18	56	26	20	62	18
1998–2011	багатоводна	27	55	18	22	59	19	21	56	23
Коропець – Коропець										
1949–1966	маловодна	23	53	24	27	53	20	33	51	15
1967–1982	багатоводна	28	49	23	27	57	16	22	59	20
1983–1997	маловодна	21	57	22	23	56	20	21	59	20
1998–2011	багатоводна	18	55	27	25	58	17	24	57	20
Стрипа – Каплинці										
1949–1966	маловодна	41	38	21	35	44	21	34	45	21
1967–1982	багатоводна	37	44	18	30	54	16	18	60	22
1983–1997	маловодна	37	38	25	25	53	22	26	60	14
1998–2011	багатоводна	20	51	29	29	55	17	33	54	14

Продовження таблиці А.1

Період, роки	Фаза водності	Внутрішньорічний розподіл стоку за сезонами, %								
		Рік 25%-забезпеченості			Рік 50%-забезпеченості			Рік 75%-забезпеченості		
		весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима
Стрипа – Бучач										
1949–1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967–1982	багатоводна	33	45	22	30	50	20	23	58	19
1983–1997	маловодна	26	53	21	21	59	20	24	60	17
1998–2011	багатоводна	27	55	17	26	57	17	26	57	17
Серет – Велика Березовиця										
1949–1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967–1982	багатоводна	27	56	18	26	56	18	20	60	20
1983–1997	маловодна	22	54	24	20	61	19	20	60	20
1998–2011	багатоводна	14	64	22	17	66	17	16	63	20
Серет – Чортків										
1949–1966	маловодна	24	37	13	24	36	21	23	43	18
1967–1982	багатоводна	32	59	20	35	67	21	39	66	19
1983–1997	маловодна	27	42	21	20	46	22	22	51	19
1998–2011	багатоводна	24	60	20	28	60	22	27	65	25

Закінчення таблиці А.1

Період, роки	Фаза водності	Внутрішньорічний розподіл стоку за сезонами, %								
		Рік 25%-забезпеченості			Рік 50%-забезпеченості			Рік 75%-забезпеченості		
		весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима
Нічлава – Стрілківці										
1949–1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967–1982	багатоводна	24	59	17	23	50	27	32	49	19
1983–1997	маловодна	22	54	24	20	60	20	23	55	22
1998–2011	багатоводна	26	57	16	22	58	20	24	53	23
Нічлава – Волочиськ										
1949–1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967–1982	багатоводна	34	42	24	28	52	20	33	53	14
1983–1997	маловодна	29	40	31	26	49	25	21	57	22
1998–2011	багатоводна	28	53	20	22	50	27	30	49	21
Нічлава – Завалля										
1949–1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967–1982	багатоводна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983–1997	маловодна	23	57	20	34	45	21	17	65	17
1998–2011	багатоводна	18	56	26	17	62	21	23	56	21

Таблиця А.2 – Економічна ефективність окремих заходів, передбачених до реалізації Програмою заходів басейну Дністра для Тернопільської області на 2025–2030 рр., за [53]

№ заходу в Програмі	Назва заходу	Рівень ефективності	Кількість населення, на яку впливатиме захід, тис. осіб	Загальна вартість інвестицій, млн грн
123	Реконструкція очисних споруд та мереж водовідведення м. Тернопіль Тернопільського району	високий	205,0	907,0
127	Модернізація очисних споруд та мереж водовідведення м. Чортків Чортківської ТГ Чортківського району	-//-	34,0	612,0
111	Будівництво загальноміських каналізаційних очисних споруд та каналізаційної мережі м. Бережани Бережанської ТГ Тернопільського району	середній	17,4	313,2
119	Завершення будівництва біологічних очисних споруд стічних вод та каналізаційної мережі м. Бучач Бучацької ТГ Чортківського району	-//-	12,2	219,6
129	Будівництво/реконструкція каналізаційних очисних споруд та каналізаційних мереж м. Збараж	-//-	13,6	244,8
132	Будівництво очисних споруд та мереж водовідведення м. Теремовля Теремовлянської ТГ Тернопільського району	-//-	13,3	239,4
137	Завершення будівництва очисних споруд та мереж водовідведення м. Борщів Борщівської ТГ Чортківського району	-//-	10,7	192,6

Продовження таблиці А.2

№ заходу в Програмі	Назва заходу	Рівень ефективності	Кількість населення, на яку впливатиме захід, тис. осіб	Загальна вартість інвестицій, млн грн
16	Реконструкція очисних споруд та мереж водовідведення м. Заліщики Заліщицької ТГ Чортківського району	-//-	8,7	69,6
115	Реконструкція очисних споруд та мереж водовідведення сел. Козова Козівської ТГ Тернопільського району	-//-	9,5	76,0
118	Реконструкція очисних споруд та мереж водовідведення м. Зборів Зборівської ТГ Тернопільського району	-//-	6,7	89,3
124	Будівництво очисних споруд біологічної очистки господарсько-побутових стічних вод у сел. Велика Березовиця Великоберезовицької ТГ Тернопільського району	-//-	9,2	73,8
138	Реконструкція каналізаційних очисних споруд та мереж водовідведення м. Копичинці Копичинецької ТГ Чортківського району	-//-	6,6	52,8
143	Реконструкція очисних споруд та мереж водовідведення сел. Гусятин Гусятинської ТГ Тернопільського району	-//-	7,0	56,0
116	Реконструкція очисних споруд та мереж водовідведення м. Монастириська Монастириської ТГ Чортківського району	-//-	5,4	43,0

Продовження таблиці А.2

№ заходу в Програмі	Назва заходу	Рівень ефективності	Кількість населення, на яку впливатиме захід, тис. осіб	Загальна вартість інвестицій, млн грн
117	Реконструкція каналізаційних очисних споруд та мереж водовідведення м. Підгайці Підгаєцької ТГ Тернопільського району	-//-	2,6	20,8
121	Будівництво напірного каналізаційного колектора та очисних споруд каналізації в с. Біла Білецької ТГ Тернопільського району	-//-	2,5	20,0
122	Реконструкція очисних споруд та мереж водовідведення в с. Великий Глибочок Білецької ТГ Тернопільського району	-//-	2,4	19,5
125	Реконструкція очисних споруд та мереж водовідведення сел. Микулинці	-//-	5,3	42,0
126	Реконструкція очисних споруд та мереж водовідведення сел. Дружба (випуск в межах с. Налужжя) Микулинецької ТГ Тернопільського району	-//-	4,3	34,3
128	Реконструкція каналізаційних очисних споруд та мереж водовідведення сел. Великі Бірки Великобірківська ТГ Тернопільського району	-//-	3,3	26,4
130	Реконструкція очисних споруд та мереж водовідведення с. Великі Гаї Великогаївської ТГ Тернопільського району	-//-	4,2	33,6

Продовження таблиці А.2

№ заходу в Програмі	Назва заходу	Рівень ефективності	Кількість населення, на яку впливатиме захід, тисяч осіб	Загальна вартість інвестицій, млн. грн
141	Будівництво каналізаційних очисних споруд та каналізаційних мереж в сел. Підволочиськ Підволочиської ТГ Тернопільського району	-//-	6,2	49,6
144	Будівництво очисних споруд та мереж водовідведення сел. Скала-Подільська Скала-Подільської ТГ Чортківського району	-//-	4,2	33,6
147	Модернізація каналізаційних очисних споруд та мереж водовідведення м. Скалат Скалатської ТГ Тернопільського району	-//-	3,4	27,2
149	Модернізація каналізаційних очисних споруд та мереж водовідведення м. Хоростків Хоростківської ТГ Чортківського району	-//-	6,0	48,0
148	Будівництво установки для переробки твердих побутових відходів методом біоферментації по вул. Грушевського, 92 в м. Скалат Скалатської ТГ Тернопільського району	-//-	13,6	40,0
189	Встановлення водоохоронних зон і прибережних захисних смуг в межах річкового басейну Дністра на території Тернопільської області	низька	-	235,0

Закінчення таблиці А.2

№ заходу в Програмі	Назва заходу	Рівень ефективності	Кількість населення, на яку впливатиме захід, тисяч осіб	Загальна вартість інвестицій, млн. грн
131	Відновлення гідрологічного режиму річки Гнізна в селах Дичків, Красівка, Товстолуг, Білоскірка, Грабовець, Баворів, Застав'є, Смолянка, Скоморохи на території Великогаївської ТГ Тернопільського району	-//-	11,0	18,0

ДОДАТОК Б

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

1. **Капуста Т.Я.**, Сивий М.Я., Бицюра Л.О. Аналіз стану вивченості річок басейну Дністра в межах Тернопільщини. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. № 4(66). С. 68-80. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2022.4.8> (Особистий внесок автора – збір та аналіз першоджерел, аналіз моніторингових даних)
2. Хільчевський В.К., **Капуста Т.Я.**, Бицюра Л.О. Характеристика хімічного складу води та гідрохімічного режиму лівобережних приток Дністра в межах Тернопільської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2023. № 3(69). С. 30-50. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.3.3> (Особистий внесок автора – збір та обробка вихідних даних, розрахунки та аналіз результатів)
3. Khilchevskiy, V., **Kapusta, T.**, Sherstyuk, N., & Zabokrytska, M. Hydrochemical characteristics of left-bank tributaries of the Dniester within Ternopil Oblast. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2024. 33(1), P. 88-99. URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112410> (*Web of Science*) (Особистий внесок автора – розрахунки, узагальнення та аналіз результатів)
4. Ботьбот Г.В., **Капуста Т.Я.** Аналіз внутрішньорічного розподілу стоку води лівобережних приток Дністра в межах Тернопільської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2024. № 1(71). С. 40-49. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.1.4> (Особистий внесок автора – збір та обробка вихідних даних, розрахунки та аналіз результатів для річок басейну)
5. **Капуста Т.Я.** Оптимізація гідроекологічного стану річково-басейнових систем Тернопільської області: сучасність та перспективи. *Гідрологія,*

гідрохімія і гідроекологія. 2024. № 2(72). С. 42-56. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.2.4>

6. Bytsyura L., **Капуста Т.** Issue of transformation of water use in Ukraine. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія Географія*. Тернопіль: Тайп. 2022. Вип. 2. (53). С. 124-128. URL: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.22.2.16>.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Bolbot H., **Капуста Т.** Intra-annual runoff distribution of the Podolia tributaries of the Dniester River by separate water periods. *XVII International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”*, 7–10 November 2023. Kyiv. Ukraine. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520208> (Scopus) (Особистий внесок автора – розрахунки, узагальнення та аналіз результатів)

8. **Капуста Т.** Багаторічні коливання максимального та мінімального стоку води лівобережних приток Дністра. *Науково-практична конференція, присвяченій Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» 22-23 березня 2024 р.* : збірник тез, Київ, УкрГМІ, С. 36 – 39.

9. Спосіб аерації водойми: пат. 156045 Україна: С02F 3/00 С02F 7/00. № u 2023 05428: заявл. 13.11.2023; опубл. 02.05.2024, Бюл. №18. 172 с.

ДОДАТОК В



UA 156045 U

Корисна модель належить до галузі біологічного оброблення води промислових або побутових стічних вод, зокрема стосується пристроїв та способів аерації великої кількості води, і може знайти застосування для біологічного очищення водоймищ, сильно зарослих синьо-зеленими водоростями, аерації рибогосподарських водойм тощо.

5 Аерація - це метод очищення води від різних елементів, які негативно впливають на якість водойми і додатково насичують воду киснем. Аерація забезпечує необхідний кисневий режим на всій глибині водойми, тобто до 11 метрів, та знижує у цьому шарі води вміст розчиненого сірководню. Вона прискорює окислення органічних речовин, знижує кількість токсинів та водоростей, мінімізує ефект "цвітіння" води. Взимку, завдяки аерації, відсутні випадки задухи риби. В результаті застосування способу аерації технічний результат досягається в розробці високоєфективного способу боротьби з "цвітінням" води синьо-зеленими водоростями, в тому числі які продукують токсини. Поверхневі системи аерації зазвичай використовуються для ставків невеликої глибини. Поверхневі системи аерації зазвичай працюють на принципі перемішування чи розбризкування поверхневого шару води. Вода при контакті з атмосферою віддає шкідливі гази і збагачується киснем. Це можуть бути плаваючі фонтани, водоспади, або плаваючі аератори.

Відомі способи аерації водойм, що включають наповнення води киснем шляхом її розпилювання (фонтанування) (1, 2, 3, 4).

Недоліком відомих способів є великі економічні затрати на виробництво аераційних споруд для великих водойм.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення способу аерації водойми шляхом встановлення водозабірної вузла на дні (ложі) водойми, що дозволить значно зменшити економічні витрати, скоротити терміни монтажу аераційної системи.

25 Поставлена задача вирішується тим, що у способі аерації водойми, що включає наповнення води киснем шляхом її розпилювання, згідно з корисною моделлю, забір води здійснюють з самої водойми за допомогою водозабірної вузла, що жорстко встановлений на дні (ложі) водойми, вода під тиском подається в зовнішній аераційний трубопровід, в якому на певній відстані одна від одної встановлені форсунки для розпилювання води на поверхні водойми.

30 Новизною корисної моделі є розробка спрощеної системи водозабірної вузла (немає вхідного (забірної) трубопроводу) шляхом жорсткого встановлення водозабірної вузла на дні (ложі) водойми, використання зовнішнього аераційного трубопроводу з вмонтованими на певній відстані одна від одної форсунки, що здійснюють розпилювання води на поверхні водойми.

Технічний результат полягає в насиченні водойми необхідним киснем, що уповільнює процес старіння водойми, в очищенні води від різних елементів тощо.

35 Спосіб пояснюється кресленням, на якому зображена технологічна схема способу аерації водойми, що містить: водозабірний вузол 1, дренажний насос 2, трубопровід 3, зовнішній аераційний трубопровід 4, форсунки 5, сигнальні буйки 6, водойма 7, щепень 8.

Здійснюється спосіб аерації водойми наступним чином:

40 Водозабірний вузол 1 розташовують на попередньо вирівняному і викладеному фракційним щепенем 8 ложі водойми 7. Середня глибина занурювання водозабірної споруди в середньому 2,5 м. В середині водозабірної вузла 1 жорстко закріпленій до основи дренажний насос 2 з трубопроводами 3. Забір води здійснюється з акваторії водойми за допомогою дренажного насоса 2. Вода по трубопроводу 3 під тиском подається в зовнішній аераційний трубопровід 4, в якому на певній відстані одна від одної встановлені форсунки 5, на виході з яких вода дрібниться на краплі. Вилітаючий факел крапель інтенсивно перемішується з повітрям, при цьому вода збагачується киснем, що забезпечує аерацію водойми. Всі деталі, вузли і трубопроводи виготовлені з нержавіючої сталі. Зовнішній аераційний трубопровід 4 кріпиться зі сторони водойми на бетонному ростверку за допомогою анкерного кріплення. На поверхні водойми над водозабірним вузлом 1 встановлені сигнальні буйки 6.

50 Запропонований спосіб аерації водойми має перевагу в тому, що водозабірний вузол є суміщений з насосом, і відрізняється від усіх існуючих берегових і плавучих водозабірних тим, що в ньому немає вхідного (забірної) трубопроводу.

Використання запропонованого способу аерації водойм дозволяє значно спростити спосіб очищення водойми, підвищити якість води у водоймі, мінімізує ефект "цвітіння" води.

55 Джерела інформації:

1. Богданов Н.И. Биологическая реабилитация водоемов. 3 изд. дополненное и переработанное. Пенза: РИО ПГСХА, 2008. - 152 с
2. Вдовін Ю.І., Журба М.Г. Водозабірно-очисні споруди і пристрої.- К.: Астрель, 2003-156 с.
3. В.А. Акімов, В.С. Гуенко, Ю.Н. Савченко. Технічні засоби аерації рибоводних ставків. - М. Екологія, 1990. - 258 с.

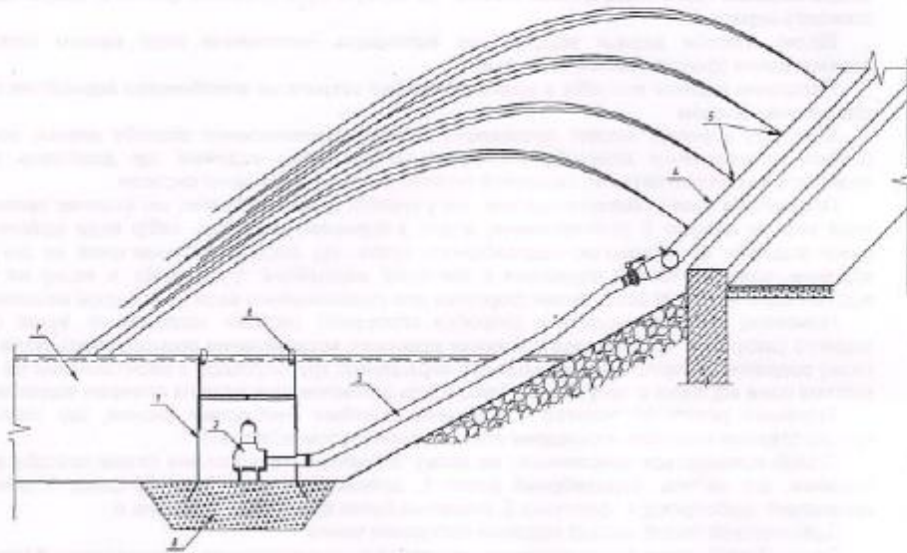
60

UA 156045 U

4. Сметанин В.И. Восстановление и очистка водных объектов. - М.: Колос, 2003. - 258 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5. Спосіб аерації водойми, що включає наповнення води киснем шляхом її розпилювання, який відрізняється тим, що забір води здійснюють з самої водойми за допомогою водозабірної вузла, що жорстко встановлений на дні-ложі водойми, вода під тиском подається в зовнішній аераційний трубопровід, в якому на певній відстані одна від одної встановлені форсунки для розпилювання води на поверхні водойми.



Комп'ютерна верстка В. Мацело

ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій", вул. Дмитра Гудзенка, 1, м. Київ – 42, 01601



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **156045** (13) **U**
 (51) МПК (2024.01)
 C02F 3/00
 C02F 7/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
 ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
 "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
 ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2023 05428**
 (22) Дата подання заявки: **13.11.2023**
 (24) Дата, з якої є чинними
 права інтелектуальної
 власності: **02.05.2024**
 (46) Публікація відомостей
 про державну
 реєстрацію: **01.05.2024, Бюл.№ 18**

(72) Винахідник(и):
**Бицюра Леонід Олексійович (UA),
 Капуста Тарас Ярославович (UA),
 Качор Володимир Ігорович (UA)**
 (73) Володілець (володільці):
**Бицюра Леонід Олексійович,
 вул. Миру, 1, кв. 15, м. Тернопіль, 46018
 (UA),
 Капуста Тарас Ярославович,
 Повітрофлотський проспект, 43, кв. 33, м.
 Київ, 03151 (UA),
 Качор Володимир Ігорович,
 вул. Новий Світ, 1, кв. 90, м. Тернопіль,
 46003 (UA)**

(54) СПОСІБ АЕРАЦІЇ ВОДОЙМИ**(57) Реферат:**

Спосіб аерації водойми включає наповнення води киснем шляхом її розпилювання. Забір води здійснюють з самої водойми за допомогою водозабірної вузла, що жорстко встановлений на дні-ложі водойми. Вода під тиском подається в зовнішній аераційний трубопровід, в якому на певній відстані одна від одної встановлені форсунки для розпилювання води на поверхні водойми.

UA 156045 U