

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

БОЙЧУК БОГДАН ЯРОСЛАВОВИЧ

УДК 556.531.4

ДИСЕРТАЦІЯ

**ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ ПРИБЕРЕЖНИХ МІСТ
РІЧКИ ПРУТ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЇЇ ВОДИ**

101 Екологія

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

_____ Б. Я. Бойчук

Науковий керівник КУЗИК Андрій Данилович, доктор сільськогосподарських наук, професор

Львів – 2023

АНОТАЦІЯ

Бойчук Б. Я. Оцінка антропогенного впливу прибережних міст річки Прут на екологічний стан її води. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 Екологія. – Львівський державний університет безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Львів, 2023.

Дисертаційна робота присвячена розв’язанню актуального наукового завдання – оцінювання антропогенного впливу м. Яремче на екологічний стан води р. Прут.

У роботі проаналізовано сучасний стан забрудненості річкових вод у межах міста Яремче (Івано-Франківська обл.) та навколишніх прибережних населених пунктів. Вивчено вміст у цих водах різних забруднювачів, в т.ч. нафтопродуктів, біогенних іонів і важких металів. Охарактеризовано тенденції останніх років, які призводять до підвищення рівня забрудненості річок, пов’язаного із антропогенною діяльністю.

Проведено глибокий аналітичний огляд сучасних дослідницьких робіт, в яких описано ряд аспектів - кліматичні умови регіону, його ґрунтові, орогідрографічні та гідрологічні особливості. Описано фізико-географічне районування і гідрохімічну вивченість басейну річки Прут у часовій динаміці за останні десятиліття.

Важливе місце у роботі відведено науковим працям, присвяченим гідрохімічним показникам вод верхньої течії річки. Проаналізовано фізико-хімічні властивості цих вод за минулі роки, вміст у них головних та біогенних іонів, окремі біологічні показники.

Описано результати вибірових досліджень хімічного складу донних відкладень, виконаних різними авторами у попередні роки. Серед них окремо виділено орієнтовний розподіл важких металів як у воді річки Прут, так і в донних відкладеннях.

Особливу увагу присвячено якості очищення стічних вод м. Яремче та прилеглих до річки малих населених пунктів. У самому місті та у його околицях немає великих промислових підприємств, тому значних скидань токсичних речовин у каналізацію, тим більше прямо у річку, не відбувається. Проте, з кожним роком у цьому мальовничому куточку Прикарпаття зростає кількість санаторіїв, баз відпочинку, котеджних містечок та просто житлової забудови, у яких не завжди присутні очисні споруди або центральна каналізація.

Як наслідок, за останні роки багато дослідників відмічають зростання вмісту у воді р. Прут біогенних іонів, у першу чергу фосфатів. Не останню роль у цій проблемі відіграє якість очищення стічних вод міста Яремче від згаданих іонів. Для вирішення цього питання науковці проводять дослідження щодо підбору ефективних методів очищення стічних вод від фосфатів. Зокрема, пропонується сорбційний спосіб вилучення цих іонів із використанням природного сорбенту бентоніту, активованого мікрохвилями.

Окремо проведено аналіз діяльності Карпатського національного природного парку (КНПП), територією якого протікає р. Прут, за останні роки. Виявлено, що відповідні служби цієї організації мають розвинену сітку метеопостів, які проводять регулярний моніторинг кліматичних умов, складу атмосферних осадів, ґрунтів, водності річки, гідрохімічних показників її води та інші екологічні дослідження.

У роботі досліджено динаміку обсягів забору чистої води та скидів зворотних вод підприємствами регіону внаслідок їх господарської діяльності. Співвідношення цих двох факторів помітно впливають на якість річкової води.

Наведено також результати багатьох досліджень щодо розрахунку екологічної оцінки стану річки Прут за різними методиками. У більшості випадків стан оцінюється як «добрий» та «задовільний».

На основі літературних даних проаналізовано основні чинники забруднення поверхневих вод басейну Верхнього Пруту. До них, у першу чергу належать:

- 1) Зростання кількості та розмірів населених пунктів на берегах річки, рекреаційних закладів (санаторіїв, будинків відпочинку, готелів тощо), кількості населення у них, і, відповідно, кількості комунально-побутових відходів;
- 2) Недоліки у роботі та застаріле обладнання каналізаційних очисних споруд міста Яремче та локальних очисних споруд у населених пунктах в околицях міста;
- 3) Інтенсифікація туристичної мережі у прибережній зоні, зокрема, зростання кількості відвідувачів Карпатського національного природного парку (КНПП), яке також спричиняє значні обсяги побутових відходів;
- 4) Некритичний, але помітний розвиток промисловості – санкціонована (санітарна) і несанкціонована (браконьєрська) вирубка лісу, первинна деревообробка (т. зв. пилорами), інтенсивні будівельні роботи на об'єктах житлового та рекреаційного призначення;
- 5) Різке зростання інтенсивності автомобільно руху у прибережній зоні, що неминуче призводить до збільшення кількості автозаправок, автомийок, станцій технічного обслуговування, які своїми викидами в атмосферу та скидами спричиняють забруднення не тільки річкової води, а й донних відкладень;
- 6) Дуже помітне в останні роки забруднення берегів річки як полігонами твердих побутових відходів, так і стихійними сміттєзвалищами, стоки з яких змиваються природними опадами прямо у річку.

Детально описані методики проведення власних експериментальних досліджень: вибір ділянки річки та прилеглої до неї території, які необхідно вивчити; визначення окремих точок відбору проб річкової та стічних вод, донних відкладень та ін. (пунктів спостереження); обґрунтування термінів проведення робіт та конкретних лабораторних чи польових методик для вивчення того чи іншого чинника забруднення річки; відбір та відповідна

підготовка проб води і донних відкладень; окремі фізико-хімічні вимірювання, які проводяться безпосередньо на пунктах спостереження під час відбору проб.

Наведено перелік основних методів і методик вивчення вмісту компонентів-забруднювачів у робочих пробах. Використано сучасні актуалізовані методики, визначені відповідними нормативними документами. Зокрема, описано методи класичної аналітичної хімії, використані для визначення фізико-хімічних параметрів та вмісту окремих компонентів: ваговий, титрометричний, потенціометричний. Для вивчення вмісту амонію, нітритів, нітратів, фосфатів та ін. у пробах річкової води використано фотометричний метод; для важких металів – атомно-абсорбційний. Такі ж методи використані і під час вивчення складу водних витяжок із донних відкладень річки Прут.

Фазовий склад природного сорбенту бентоніту, який автор пропонує використати для доочищення стічних вод від надлишку фосфатів, досліджувався за допомогою рентгенофазового аналізу. Активація цього сорбенту з метою покращення сорбційних властивостей здійснювалась шляхом мікрохвильового опромінення.

У роботі показано, що в основу більшості сучасних методик оцінювання якості води покладений принцип порівняння аналітично визначеної та граничнодопустимої концентрації хімічної речовини або показника властивості води. За цими результатами розраховується сумарний (інтегральний) показник якості (I_c) або аналогічні числові величини.

У той же час у згаданих вище методиках оцінювання якості річкових вод практично не враховуються антропогенні фактори – наявність у прибережній зоні підприємств, що можуть створювати шкідливі викиди і скиди; вплив на річку закладів рекреаційної сфери; зростання кількості населення; посилення автомобільного руху на берегах річки тощо.

У результаті досліджень експериментально встановлено фізико-хімічні показники проб води та донних відкладень річки Прут на вибраній ділянці. Серед них особливу увагу приділено вмісту макрокомпонентів, біогенних іонів

(солей амонію, нітритів, нітратів, фосфатів), нафтопродуктів і деяких важких металів (мідь, цинк, нікель та свинець).

Виявлено, що більшість максимумів забрудненості води річки Прут припадає на проби, відібрані у м. Яремче та його передмісті с. Дора, розташованому вниз за течією, що вказує на значний антропогенний вплив міста на якість річкової води. Наприклад, вміст фосфат-іонів у воді р. Прут у межах м. Яремче ($0,38 \text{ мг/дм}^3$) в рази перевищує показники, виявлені попередніми роками (2017-2019 рр.; $0,049 \dots 0,181 \text{ мг/дм}^3$).

Розподіл вмісту важких металів у воді р. Прут близький до природного. Причиною цього можна вважати відсутність на дослідженій ділянці річки великих прибережних промислових підприємств, які могли б скидати у каналізацію згадані метали разом із своїми відходами.

За результатами досліджень проб та регресійного аналізу встановлено сезонну динаміку показників проб води та вмісту важких металів, спричинену природними та антропогенними чинниками.

Окреме місце виділено дослідженням стічних вод, які скидаються у річку Прут після стандартного циклу очищення на каналізаційних очисних спорудах (КОС) ДП «Яремчеводоканал». Показано, що ці споруди потребують модернізації, оскільки були виявлені випадки перевищення вмісту у згаданих стічних водах біогенних полютантів – сполук азоту і фосфору, а також хімічного споживання кисню (ХСК). Зокрема, в окремі роки спостерігалось перевищення вмісту сполук амонію у 3,8 рази; нітритів – у 1,8 рази; ХСК – у $2,5 \dots 3,1$ рази; фосфатів – у 1,3 рази.

Виявлено накопичення у донних відкладеннях нижче місця скидання стічних вод м. Яремче солей амонію, нітритів та нітратів. Викликає занепокоєння також факт наявності нафтопродуктів у донних відкладеннях на дослідженій ділянці ($9,4 \dots 18,9 \text{ мг/кг}$). Попередні дослідження річки Прут в околицях м. Яремче (2015-2018 рр.) не виявляли у ній помітних кількостей нафтопродуктів. Традиційно для цієї ділянки у донних відкладеннях знайдено

також значний вміст фосфатів (19,4 ... 23,1 мг/кг). Очевидно, що джерелом їх надходження у ці відкладення є неякісно очищені стічні води м. Яремче.

У зв'язку з цим, експериментально вивчено питання вилучення надлишку фосфат-іонів із стічних вод. Зокрема, на прикладі частково очищених стічних вод КОС м. Яремче, КОС м. Львова та неочищених стічних вод ЛДУ БЖД апробовано метод сорбційного очищення цих вод від фосфатів. Для цієї мети було використано природний сорбент бентоніт, опромінений мікрохвилями у різні способи. Оцінено ефективність цих способів – отримано зростання ступеня вилучення фосфатів у 1,9 ... 5,3 раза у порівнянні з застосуванням необробленого бентоніту.

У роботі подано також приклад розрахунку антропогенного навантаження для однієї з найбільш популярних туристичних стежок КНПП (маршрут на г. Говерла). У комфортний період 2019 року кількість рекреантів становила, відповідно: травень – 83,5 чол./добу, червень – 124,4 чол./добу, липень – 206,8 чол./добу, серпень – 132,4 чол./добу та вересень – 40,5 чол./добу. У 2019 році опади, що належать до кислих і слабо кислих, складали 30% відібраних проб, а в 2019 році – 33,3 %. Показник рН цих опадів коливався в межах 3,9 – 5,6 одиниць. Описано також вплив на якість річкової води мінералізації та рН ґрунтових вод на території КНПП, які внаслідок опадів змиваються безпосередньо у р. Прут.

В обговоренні результатів дослідження виокремлено основні чинники природного та антропогенного впливу, які призводять до забруднення річки. Це, у першу чергу, природні зміни клімату та режиму зволоження регіону, розвиток ерозійних процесів на берегах річки тощо. Щодо антропогенних факторів, то це є ріст кількості і розмірів прибережних населених пунктів, рекреаційних об'єктів, неконтрольовані скиди промислових відходів, нафтопродуктів, забруднення берегів річки як полігонами твердих побутових відходів, так і стихійними сміттєзвалищами, інтенсифікація автомобільного трафіку.

За результатами вивчення вмісту основних компонентів-індикаторів у річковій воді отримано екологічну оцінку її якості у верхів'ї Прута. Зокрема,

для контрольного створу у межах м. Яремче отримано дещо підвищене значення комплексно екологічного індексу: I_e становить 3,21 та 3,36 для теплого та холодного сезонів відповідно (клас III – стан задовільний).

Щодо складу донних відкладень, то сполуки азоту потрапляють у них, зазвичай, із неконтрольованих каналізаційних споруд, як органічні відходи тваринницьких ферм, змиви з полів тощо. Постійне зростання на берегах річки кількості автомобільного транспорту, автомийок неминує призводить до потрапляння у неї нафтопродуктів.

Встановлено, що розподіл концентрацій фосфатів у річковій воді та донних відкладеннях чітко пов'язаний із роботою КОС м. Яремче та навколишніх населених пунктів, а також рекреаційних закладів. Обладнання на цих КОС, як і самі станції очищення води в цілому, потребують повної реконструкції або заміни новими.

Для вирішення проблеми з надлишком фосфатів у стічних водах м. Яремче в обговоренні обґрунтовано пропозицію вилучати ці іони за допомогою природного сорбенту бентоніту, активованого мікрохвилями. Запропоновано орієнтовну технологічну схему доочищення стічних вод від надлишку фосфатів після основного стандартного циклу очищення.

Окреме місце у роботі виділено аналізу ситуації стосовно туристичних ресурсів Карпатського національного природного парку (КНПП). Більша частина з них використовується стихійно, нерегламентовано, без якого-небудь обліку допустимих навантажень. Це також створює хоч і непрямий, але відчутний антропогенний вплив на річку Прут. Саме тому екологічна оцінка якості води річки Прут повинна проводитись з урахуванням рекреаційного навантаження на річку та території її басейну.

Науковою новизною роботи є удосконалення методології оцінювання екологічного стану річкової води з урахуванням антропогенного навантаження на річковий басейн із застосуванням комплексного аналізу індикаторів цього навантаження на прикладі р. Прут в межах міста Яремче та його околицях.

Зокрема:

1. Вперше застосовано комплексний підхід до процесу екологічного оцінювання якості води з урахуванням не тільки гідрохімічних та гідробіологічних показників, а й антропогенного та рекреаційного навантаження.

2. Вперше встановлено закономірності сезонної динаміки фізико-хімічних показників води річки Прут та їх мінливості у місцях спостережень під впливом природних та антропогенних чинників.

3. На основі просторово-часового аналізу стану води та донних відкладів р. Прут встановлено основні причини негативного антропогенного впливу на якість води р. Прут у м. Яремче та його околицях, зокрема, збільшення кількості та розмірів прибережних населених пунктів і рекреаційних закладів, недостатня ефективність управління каналізаційними стоками, інтенсифікація туристичного руху та автомобільного трафіку у прибережній зоні.

4. Визначено найбільш надійні і відносно прості у застосуванні індикатори забруднення річкової води на дослідженій ділянці, зокрема вміст біогенних полютантів та величину споживання кисню.

5. Обґрунтовано методику активації бентоніту мікрохвилями з метою покращення його сорбційних властивостей щодо фосфатів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному:

1. Отримано результати, які можуть слугувати основою для адаптації європейських підходів до інтегрованого управління водними ресурсами й розробки заходів з мінімізації ризиків від антропогенної діяльності в басейні Пруту.

2. Запропонована методика доочищення стічних вод від надлишку фосфатів за допомогою природних сорбентів, яка пройшла апробацію на каналізаційних очисних спорудах ДП «Яремчеводоканал», сприятиме ефективному очищенню скидів від таких забруднювачів.

3. Результати дисертаційного дослідження використовуються як частина лекцій під час вивчення у ЛДУ БЖД здобувачами вищої освіти за спеціальністю

101 Екологія навчальних дисциплін «Моніторинг довкілля» та «Теоретичні основи очищення стічних вод».

Ключові слова: річка Прут, Яремче, екологічна безпека, забруднення, гідрохімічні показники, антропогенне навантаження, стічні води, нафтопродукти, біогенні іони, важкі метали.

Список публікацій здобувача

Наукові праці в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у наукових журналах, що входять до бази даних Scopus:

1. Boichuk B., Kuzyk A., Sysa L., Pastukhov P., Shuplat T. Wastewater Purification from Excess Phosphates Using Bentonite Activated by Microwave Radiation. *Journal of Ecological Engineering*. 2022 . No. 23(5). P. 251–259. **DOI: 10.12911/22998993/147131**.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети досліджень, опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

Статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз:

2. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д., Сиса Л.В., Волощишин А.І. Антропогенний вплив на основні гідрохімічні параметри річки Прут в околицях міста Яремче. *Екологічна безпека*. 2019. № 1(27). С. 50-57.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

3. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В. Екологічна оцінка якості води у верхній течії річки Прут. *Вісник ЛДУБЖД*. 2019. №19. С. 108-114. **DOI: 10.32447/ 20784643.19.2019.12**.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, польові дослідження, опрацювання результатів досліджень.

4. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В., Попович В.В. Вивчення розподілу вмісту важких металів у верхній течії річки Прут. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля*. 2019. № 2. С. 69-78.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, польові дослідження, опрацювання результатів досліджень.

5. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В. Антропогенний вплив на природні комплекси Карпатського національного природного парку. *Вісник ЛДУ БЖД*. 2020. № 21. С. 86-93. **DOI: 10.32447/ 20784643.21.2020.10**.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети і завдань досліджень, опрацювання результатів досліджень.

6. Бойчук Б.Я., Сиса Л.В., Кузик А.Д. Оцінювання антропогенного впливу на річку Прут в околицях міста Яремче за показниками рівня забруднення донних відкладень. *Вісник ЛДУ БЖД*. 2021. № 23. С. 5-10. **DOI: 10.32447/20784643.23.2021.01.**

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, польові дослідження опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

7. Бойчук Б.Я. Порівняння ефективності різних способів мікрохвильової активації бентоніту у процесі очищення ним стічних вод від надлишку фосфатів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022. Т. 32. № 2. С. . 45-49. **DOI: 10.36930/40320207.**

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Бойчук Б., Сиса Л., Кузик А. Сезонні коливання гідрохімічних параметрів річки Прут у верхній течії. *XVII Міжн. наук. конф. «Львівські хімічні читання 2019»*. Львів, ЛНУ ім. Ів. Франка, 2019. Секц. Д. С. 1.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети і завдань досліджень, польові дослідження, опрацювання результатів досліджень.

9. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Основні загрози екологічній безпеці ландшафтно-рекреаційного комплексу «Водоспад Пробій» у місті Яремче. *I-а Міжн. наук.-практ. конф. “Екол. безп. об’єктів тур.-рекреац. компл.”* Львів, ЛДУ БЖД, 2019. С. 140-141.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, аналіз проблеми, частина висновків.

10. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Оцінка ефективності роботи очисних споруд міста Яремче за гідрохімічними показниками річки Прут. *IV Всеукр. наук. конф. “Теор. та експерим. асп. суч. хімії та матер.”*. Дніпро, ДНУ ім. О. Гончара, 2020. С. 123-127.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети і завдань досліджень, польові дослідження, опрацювання результатів досліджень.

11. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Оцінка антропогенного впливу на річку Прут на ділянці Яремче – Коломия. *IV Міжн. н.-пр. конф. «Екол. безп. як основа сталого розв. сусп. ...»*. Львів, ЛДУ БЖД, 2021. С. 123-126.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, опрацювання результатів досліджень.

12. Сиса Л.В., Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Оптимізація процесу вилучення надлишку фосфат-іонів із стічних вод за допомогою активованого бентоніту. *Матер. XVIII Міжн. наук. конф. «Львівські хімічні читання 2021»*. Львів, ЛНУ ім. Ів. Франка, 2021 (а). Секція 3. С. 79.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети досліджень, опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

13. Бойчук Б.Я., Сиса Л.В. Екологічні дослідження рівня забрудненості донних відкладів р. Прут в околицях м. Яремче. *V Всеукр. наук. конф. «Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи»*. Житомир, ЖДУ ім. Ів. Франка, 2021. С. 13-14.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, польові дослідження опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

14. Сиса Л.В., Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Очищення стічних вод від надлишку фосфатів за допомогою активованого бентоніту. *Всеукр. наук. – практ. конф. «Подільські читання 2021»*. Хмельницький, ХНУ, 2021. С. 133-136.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети досліджень, опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

ABSTRACT

Boychuk B.Ya. Assessment of the anthropogenic impact of the coastal cities of the Prut River on the ecological status of its water. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty – 101 Ecology, – Lviv State University of Life Safety of the State Emergency Service of Ukraine, Lviv, 2023.

The dissertation is devoted to solving an urgent scientific problem – assessing the anthropogenic impact of Yaremche on the ecological status of the Prut River.

The work analyzes the current state of pollution of river waters within the city of Yaremche (Ivano-Frankivsk region) and the surrounding coastal settlements. The content in these waters of various pollutants, including petroleum products, biogenic ions and heavy metals, has been studied. The trends of recent years, which lead to an increase in the level of pollution of rivers associated with anthropogenic activity, are characterized.

A deep analytical review of modern research works has been carried out, which describes a number of aspects - the climatic conditions of the region, its soil, orohydrographic and hydrological features. Physical and geographical zoning and hydrochemical study of the Prut river basin in time dynamics over the past decades are described.

Physical-geographical zoning and hydrochemical study of the Prut River basin in time dynamics over the last decades are described in detail. The number, location and results of hydrometeorological posts, how the condition of the Prut River is monitored both within the city of Yaremche and in its vicinity are described.

An important place in the work is given to scientific works devoted to the hydrochemical indicators of the waters of the upper reaches of the river. The physicochemical properties of these waters over the past years, the content of main and biogenic ions in them, individual biological indicators are analyzed.

The results of selective studies of the chemical composition of bottom sediments performed by various authors in previous years are described. Among them, the approximate distribution of heavy metals is separately distinguished both in the water of the Prut River and in bottom sediments.

Particular attention is paid to the quality of wastewater treatment in Yaremche and the small settlements adjacent to the river. In the city itself and in its environs there are no large industrial enterprises, so there are no significant discharges of toxic substances into the sewer, especially directly into the river. Nevertheless, every year in this picturesque corner of the Carpathian region the number of sanatoriums, recreation centers, cottage towns and just residential buildings is growing, in which there are not always treatment facilities or central sewerage.

As a result, in recent years, many researchers have noted an increase in the content of p. Prut of biogenic ions, primarily phosphates. Not the last role in this problem is played by the quality of wastewater treatment of the city of Yaremche from the mentioned ions. To address this issue, scientists are conducting research on the selection of effective methods of wastewater treatment from phosphates. In particular, there is provided a sorption method for recovering these ions using a natural bentonite sorbent activated by microwaves.

Separately, an analysis of the activities of the Carpathian National Natural Park (KNPP), the territory of which flows the river. Prut, in recent years. It was found that the relevant services of this organization have a developed network of meteorological posts that regularly monitor climatic conditions, the composition of atmospheric sediments, soils, the water content of the river, the hydrochemical parameters of its water and other environmental studies.

The article studies dynamics of volumes of clean water intake and discharges of return waters by enterprises of the region as a result of their economic activity. The ratio of these two factors significantly affect the quality of river water.

The results of many studies on the calculation of the environmental assessment of the Prut River according to various methods are also presented. In most cases, the condition is rated as "good" and "satisfactory."

Based on the literature data, the main factors of pollution of surface waters of the Upper Prut basin are analyzed. These primarily include:

- 1) Increase in the number and size of settlements on the banks of the river, recreational facilities (sanatoriums, rest houses, hotels, etc.), the number of people in them, and, accordingly, the amount of municipal waste;
- 2) Deficiencies in operation and outdated equipment of sewage treatment plants of the city of Yaremche and local treatment plants in settlements in the vicinity of the city;
- 3) Intensification of the tourist network in the coastal zone, in particular, the increase in the number of visitors to the Carpathian National Natural Park (KNPP), which also causes significant amounts of household waste;
- 4) Uncritical, but noticeable development of industry: authorized (sanitary) and unauthorized (poaching) deforestation, primary woodworking (the so-called sawmills), intensive construction work at residential and recreational facilities;
- 5) A sharp increase in the intensity of automobile traffic in the coastal zone, which inevitably leads to an increase in the number of gas stations, car washes, maintenance stations, which by their emissions into the atmosphere and discharges cause pollution of not only river water, but also bottom sediments;
- 6) In recent years, pollution of the banks of the river is very noticeable both by landfills of solid household waste and by spontaneous landfills, the effluents of which are washed away by natural sediments directly into the river.

The methods of conducting their own experimental research are described in detail: the choice of the section of the river and the adjacent territory to be studied; determination of individual sampling points for river and wastewater, bottom

sediments, etc. (observation points); justification of the timing of work and specific laboratory or field techniques to study a particular factor of pollution of the river; taking and appropriate preparation of water and bottom sediment samples; individual physical and chemical measurements that are carried out directly at the observation points during sampling.

A list of basic methods and techniques for studying the content of pollutant components in working samples is provided. Modern updated methods defined by the relevant regulatory documents were used. In particular, the methods of classical analytical chemistry used to determine the physical and chemical parameters and the content of individual components are described: weight, titrometric, potentiometric. To study the content of ammonium, nitrites, nitrates, phosphates, etc. in river water samples, a photometric method was used; for heavy metals - atomic absorption. The same methods were used in the study of the composition of water extracts from the bottom sediments of the Prut River.

The phase composition of natural bentonite sorbent, which the author proposes to use for post-treatment of wastewater from excess phosphates, was investigated using X-ray phase analysis. Activation of this sorbent in order to improve sorption properties was carried out by microwave irradiation.

The paper shows that the basis of most modern methods of water quality assessment is the principle of comparison of analytically determined and maximum permissible concentration of a chemical substance or an indicator of water property. Based on these results, the total (integral) quality indicator (I_e) or similar numerical values are calculated.

At the same time, the above-mentioned methods for assessing the quality of river waters practically do not take into account anthropogenic factors - the presence of enterprises in the coastal zone that can create harmful emissions and discharges; impact on the river of recreational facilities; population growth; increased traffic on the banks of the river, etc.

As a result of research, physicochemical parameters of water samples and bottom sediments of the Prut River in the selected area were experimentally

established. Among them, special attention is paid to the content of macrocomponents, biogenic ions (ammonium salts, nitrites, nitrates, phosphates), petroleum products and some heavy metals (copper, zinc, nickel and lead).

It was found that most of the maximum water pollution of the Prut River falls on samples taken from the city of Yaremche and its suburb of the village of Dora, located downstream, which indicates a significant anthropogenic impact of the city on the quality of river water. For example, the content of phosphate ions in water p. The rod within Yaremche (0.38 mg/dm³) is several times higher than the indicators found in previous years (2017-2019; 0,049 ... 0.181 mg/dm³).

Distribution of heavy metals in water The Prut is close to natural. The reason for this can be considered the absence of large coastal industrial enterprises in the investigated section of the river, which could dump the mentioned metals into the sewer along with their waste.

According to the results of regression analysis, seasonal dynamics of indicators of water samples and content of heavy metals, caused by natural and anthropogenic factors, has been established.

A separate place is allocated by the study of wastewater that is discharged into the Prut River after a standard treatment cycle at sewage treatment plants (KOS) of SE Yaremchevodokanal. It is shown that these structures need to be modernized, since cases of exceeding the content of biogenic pollutants in the above-mentioned wastewater - nitrogen and phosphorus compounds, as well as chemical oxygen consumption (CSU) were identified. In particular, in some years there was an excess of ammonium compounds by 3.8 times; nitrites - 1.8 times; CSU - in 2.5... 3.1 times; phosphates - 1.3 times.

Accumulation of ammonium salts, nitrites and nitrates in bottom sediments below the place of sewage discharge in Yaremche was revealed. There is also concern about the presence of petroleum products in bottom sediments in the studied area (9.4... 18.9 mg/kg). Previous studies of the Prut River in the vicinity of Yaremche (2015-2018) did not reveal significant amounts of petroleum products in it.

Traditionally, a significant content of phosphates (19.4... 23.1 mg/kg). Obviously, the source of their entry into these deposits is poorly treated wastewater Yaremche.

In this regard, the issue of extracting excess phosphate ions from wastewater has been experimentally studied. In particular, on the example of partially treated wastewater KOS Yaremche, KOS Lviv and untreated wastewater LSU LS tested the method of sorptive purification of these waters from phosphates. For this purpose, natural bentonite sorbent irradiated with microwaves in various ways was used. The effectiveness of these methods was evaluated - an increase in the degree of phosphate recovery of 1.9... 5.3 times compared to untreated bentonite.

The work also provides an example of the calculation of anthropogenic load for one of the most popular tourist trails KNPP (route to g. Goverla). In the comfortable period of 2019, the number of recreants was, respectively: May - 83.5 people/day, June - 124.4 people/day, July - 206.8 people/day, August - 132.4 people/day and September - 40.5 people/day. In 2019, precipitation belonging to acidic and weakly acidic accounted for 30% of the samples taken, and in 2019 - 33.3%. The pH of these precipitation ranged from 3.9-5.6 units. It also describes the impact on the quality of river water of mineralization and the pH of groundwater on the territory of the KNPP, which, due to precipitation, are washed directly into The Prut river.

In the discussion of the results of the study, the main factors of natural and anthropogenic influence that lead to pollution of the river are allocated. These are, first of all, natural changes in the climate and the humidification regime of the region, the development of erosion processes on the banks of the river, etc. As for anthropogenic factors, this is an increase in the number and size of coastal settlements, recreational facilities, uncontrolled discharges of industrial waste, petroleum products, pollution of the river banks with both landfills of solid household waste and spontaneous landfills, intensification of automobile traffic.

Based on the results of studying the content of the main indicator components in river water, an environmental assessment of its quality in the upper Prut River was obtained. In particular, for the control section within Yaremche, a slightly increased

value of the complex ecological index was obtained: I_c is 3.21 and 3.36 for warm and cold seasons, respectively (class III - satisfactory condition).

As for the composition of bottom sediments, nitrogen compounds enter them, usually from uncontrolled sewage structures, as organic waste from livestock farms, washes from fields, etc. The constant growth on the banks of the river of the number of road transport, car washes inevitably leads to the ingress of petroleum products into it.

It has been determined that the distribution of phosphate concentrations in river water and bottom sediments is clearly related to the work of the KOS of Yaremche and surrounding settlements, as well as recreational facilities. The equipment at these KOS, as well as the water purification stations themselves as a whole, require complete reconstruction or replacement with new ones.

To solve the problem of excess phosphates in the wastewater of Yaremche, the discussion substantiates the proposal to remove these ions using a natural bentonite sorbent activated by microwaves. An approximate technological scheme for post-treatment of wastewater from excess phosphates after the main standard treatment cycle is proposed.

A separate place in the work is allocated to the analysis of the situation regarding the tourist resources of the Carpathian National Natural Park (KNPP). Most of them are used spontaneously, unregulated, without any account of permissible loads. This also creates, albeit indirect, but tangible anthropogenic impact on the Prut River. That is why the environmental assessment of the water quality of the Prut River should be carried out taking into account the recreational load on the river and the territory of its basin.

The scientific novelty of the work is that based on the improved methodology for assessing the anthropogenic load on the river basin with the application of a comprehensive analysis of indicators of this load, an assessment of the anthropogenic impact of the city of Yaremche on the ecological state of the water of the Prut River within the city and its surroundings was obtained.

In particular:

1. For the first time a comprehensive approach to the process of environmental assessment of water quality taking into account not only hydrochemical and hydrobiological indicators, but also anthropogenic and recreational loads.

2. For the first time, the seasonal dynamics of the physical and chemical indicators of the water of the Prut River and their variability in the observation sites were established.

3. The main factors influencing water quality of the Prut River in Yaremche and its environs have been identified. This is, first of all, increasing the number and size of coastal settlements and the efficiency of their sewage treatment plants.

4. The most reliable and relatively easy to use indicators of river water pollution in the study area have been identified. Among them are the content of nutrients and oxygen consumption.

5. A method of wastewater treatment from excess phosphates with the help of natural sorbents activated by microwaves has been proposed.

The practical significance of the work is that:

1. The obtained results are the basis for the adaptation of European approaches to integrated water resources management and the development of measures to minimize the risks of anthropogenic activities in the Prut Basin.

2. The method of wastewater treatment from excess phosphates with the help of natural sorbents was tested at sewage treatment facilities SE "Yaremchevodokanal" and received good results.

3. The results of the dissertation research are used as part of lectures during the study by students and cadets of the specialty 101 Ecology in LSULS disciplines "Environmental Monitoring" and "Theoretical foundations of wastewater treatment".

Key words: Prut river, Yaremche, ecological safety, pollution, anthropogenic load, sewage, oil products, biogenic ions, heavy metals.

List of publications of the applicant

Scientific works in which the main scientific results of the dissertation are published

Articles in scientific journals included in the Scopus database:

1. Boichuk B., Kuzyk A., Sysa L., Pastukhov P., Shuplat T. Wastewater Purification from Excess Phosphates Using Bentonite Activated by Microwave Radiation. *Journal of Ecological Engineering*. 2022 . No. 23(5). P. 251–259. **DOI: 10.12911/22998993/147131.**

Personal contribution - analysis of literary sources, formulation of the purpose of research, processing of research results, part of the conclusions.

Articles in scientific professional editions of Ukraine included in international scientometric bases:

2. Boychuk B.Y., Kuzyk A.D., Sysa L.V., Voloshchyshyn A.I. Anthropogenic influence on the main hydrochemical parameters of the Prut River in the vicinity of the city of Yaremche. *Environmental safety*. 2019. № 1(27). P. 50-57.

Personal contribution - analysis of literary sources, study results, part of the conclusions.

3. Boychuk B.Y., Kuzyk A.D., Sysa L.V. Environmental assessment of water quality in the upper reaches of the Prut River. *Bulletin of LSU LS*. 2019. №19. P. 108-114. **DOI: 10.32447/ 20784643.19.2019.12.**

Personal contribution - analysis of literary sources, field research, processing of research results.

4. Boychuk B. Ya., Kuzyk A. D., Sysa L. V., Popovich V. V. Studying the distribution of heavy metal content in the upper reaches of the Prut River. *Environmental safety and environmental protection technologies*. 2019. № 2. P. 69-78.

Personal contribution - analysis of literary sources, field studies of study results.

5. Boychuk B. Ya., Kuzyk A. D., Sysa L. V. Anthropogenic influence on natural complexes of the Carpathian National Natural Park. *Herald of LSU LS*. 2020. № 21. P. 86-93. **DOI: 10.32447/ 20784643.21.2020.10.**

Personal contribution - analysis of literary sources, formulation of research goals and objectives, processing of research results.

6. Boychuk B.Ya., Sysa L.V., Kuzyk A.D. Assessment of anthropogenic impact on the Prut river in the vicinity of the city of Yaremche by indicators of the level of pollution of bottom sediments. Herald of LSU LS. 2021. № 23. S. 5-10. **DOI: 10.32447/ 20784643.23.2021.01.**

Personal contribution - analysis of literary sources, field studies of study results, part of conclusions.

7. Boychuk B.Y. Comparison of the effectiveness of various methods of microwave activation of bentonite in the process of purification of wastewater from excess phosphates. Scientific Herald of NFU of Ukraine. 2022. T. 32. № 2. C. 45-49. **DOI: 10.36930/40320207.**

Scientific works that certify the testing of dissertation materials:

8. Boychuk B., Sysa L., Kuzyk A. Seasonal fluctuations in the hydrochemical parameters of the Prut River in the upper reaches. XVII Intern. scientific conf. "Lviv Chemical Readings 2019." Lviv, LNU Franko, 2019. Sechts. D.S. 1.

Personal contribution - analysis of literary sources, formulation of research goals and objectives, field research, study of research results.

9. Boychuk B.Y., Kuzyk A.D. The main threats to the environmental safety of the landscape and recreational complex "Waterfall Probiy" in the city of Yaremche. I-a Meghn. scientific-practical. conf. "Glass. without. objects of tour.recreation. compl. " Lviv, LDU BJD, 2019. S. 140-141.

Personal contribution - analysis of literary sources, analysis of the problem, part of the conclusions.

10. Boychuk B.Y., Kuzyk A.D. Evaluation of the efficiency of the treatment facilities of the city of Yaremche according to the hydrochemical indicators of the Prut River. IV All-Ukr. science. conf. "Theory. and experiment. Asp. soup. chemistry and mater.. " Dnipro, DNU named after O.Honchar, 2020. P. 123-127.

Personal contribution: analysis of literary sources, formulation of research goals and objectives, field research, study of research results.

11. Boychuk B.Ya., Kuzyk A.D. Assessment of anthropogenic impact on the Prut river on the Yaremche-Kolomyia section. IV International Scientific and Practical Conference "Environmental Safety as the Basis for Sustainable Development of Society" Lviv, LSU LS, 2021. P. 123-126.

Personal contribution - analysis of literary sources, processing of research results.

12. Sysa L.V., Boychuk B.Ya., Kuzyk A.D. Optimization of the process of extracting excess phosphate ions from wastewater using activated bentonite. Mater. XVIII International Scientific and Practical Conference "Lviv Chemical Readings 2021." Lviv, LNU Franko, 2021 (a). Section C. S. 79.

Personal contribution - analysis of literary sources, formulation of the purpose of research, processing of research results, part of the conclusions.

13. Boychuk B.Ya., Sysa L.V. Environmental studies of the level of pollution of bottom sediments of the river. Prut in the vicinity of Yaremche. V All-Ukr. science. conf. "Actual problems of chemistry: research and prospects." Zhytomyr, ZHSU Ivan Franko, 2021. S. 13-14.

Personal contribution - analysis of literary sources, field studies of study results, part of conclusions.

14. Sysa L.V., Boychuk B.Ya., Kuzyk A.D. Wastewater treatment from excess phosphates with activated bentonite. All-Ukrainian scientific and practical conference "Podolsk readings 2021." Khmelnytsky, KhNU, 2021. P. 133-136.

Personal contribution - analysis of literary sources, formulation of the purpose of research, processing of research results, part of the conclusions.

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ	30
ВСТУП	31
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА СУЧАСНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ ПРУТ У ВЕРХНІЙ ТЕЧІЇ	38
1.1. Адміністративні та природно-географічні відомості	38
1.1.1. Івано-Франківська область	38
1.1.2. Місто Яремче та його околиці	39
1.2. Клімат та метеорологічна обстановка	40
1.2.1. Температурний режим	40
1.2.2. Режим зволоження	42
1.3. Річкова мережа Прута	44
1.4. Екологічні дослідження р. Прут у межах м. Яремче	47
1.4.1. Вимоги водного законодавства України щодо екологічного стану водойм	47
1.4.2. Гідрохімічні показники річкової води	49
1.4.3. Розподіл важких металів у воді річки Прут	51
1.5. Забір чистих та скидання зворотних вод як важливі фактори забруднення вод на ділянці верхнього Пруту	53
1.6. Якість очищення стічних вод м. Яремче	55
1.7. Екологічні дослідження р. Прут у межах Карпатського національного природного парку	57
1.7.1. Загальна характеристика парку	57
1.7.2. Моніторингові спостереження гідрохімічного стану річки Прут у межах КНПП	60
1.7.3. рН атмосферних опадів і ґрунтів	62
1.8. Інші чинники антропогенного впливу на р. Прут	63
1.9. Екологічна оцінка якості води річки Прут	64

Висновки до розділу 1	68
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РОБІТ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ	70
2.1. Відбір та попередня підготовка проб води з річки	70
2.1.1. Процедури відбору проб води на місцевості	70
2.1.2. Місце та посуд для відбирання проб води	71
2.1.3. Відбирання проб води з річок і струмків	72
2.1.4. Консервування, транспортування та зберігання проб води	73
2.1.5. Послідовність у роботі біля водного об'єкту	75
2.2. Лабораторний хімічний аналіз проб води	75
2.2.1. Органолептичні показники	79
2.2.2. Визначення температури	79
2.2.3. Визначення прозорості	79
2.2.4. Визначення рН потенціометричним методом	80
2.2.5. Визначення вмісту завислих речовин	80
2.2.6. Визначення загального солевмісту	81
2.2.7. Визначення сухого залишку	81
2.2.8. Визначення загальної твердості води	82
2.2.9. Визначення карбонатної твердості	82
2.2.10. Визначення вмісту кальцію та магнію	83
2.2.11. Визначення вмісту сульфатів	84
2.2.12. Визначення вмісту хлоридів	84
2.2.13. Визначення вмісту нітратів	85
2.2.14. Визначення вмісту нітритів	86
2.2.15. Визначення вмісту фосфатів	87
2.2.16. Визначення вмісту заліза загального	87
2.2.17. Визначення вмісту іонів амонію	88
2.2.18. Визначення хімічного споживання кисню (ХСК)	89
2.2.19. Визначення біохімічного споживання кисню (БСК5)	90
2.2.20. Визначення вмісту нафтопродуктів у водах	91

2.3. Методика визначення вмісту важких металів	91
2.4. Методика регресійного аналізу сезонної динаміки показників води	92
2.5. Методики аналізу проб донних відкладень та ґрунтів	93
2.6. Дослідження сорбційних властивостей бентоніту щодо фосфат-іонів	94
2.6.1. Контроль чистоти, фізико-хімічних показників та мікрохвильова активація бентоніту	94
2.6.2. Підготовка проб стічних вод	95
2.6.3. Вивчення сорбційних властивостей бентоніту, активованого мікрохвилями	96
2.7. Методики екологічних досліджень на території КНПП	96
2.8. Методики екологічної оцінки якості води	97
2.8.1. Визначення комплексного екологічного індексу якості води	98
2.8.2. Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України	99
Висновки до розділу 2	102
РОЗДІЛ 3. АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ МІСТА ЯРЕМЧЕ ТА НАВКОЛИШНІХ ТЕРИТОРІЙ НА ЯКІСТЬ РІЧКОВОЇ ВОДИ	104
3.1. Мережа пунктів спостережень	104
3.2. Результати дослідження загальних фізико-хімічних параметрів проб води р. Прут	106
3.2.1. Динаміка загальних фізико-хімічних параметрів	108
3.2.2. Динаміка вмісту головних іонів	111
3.2.3. Динаміка вмісту біогенних іонів	115
3.3. Результати дослідження вмісту важких металів у пробах води з р. Прут	119
3.3.1. Розподіл свинцю	120
3.3.2. Розподіл міді	121
3.3.3. Розподіл цинку	122

3.3.4. Розподіл нікелю	122
3.4. Регресійний аналіз сезонної динаміки показників води річки Прут	123
3.5. Результати вивчення хімічного складу донних відкладень р. Прут в околицях м. Яремче	127
3.6. Оцінка роботи очисних споруд м. Яремче за гідрохімічними показниками річки Прут	131
3.7. Очищення стічних вод від надлишку фосфатів за допомогою бентоніту, активованого мікрохвильовим випромінюванням	133
3.7.1. Фазовий аналіз сорбенту	134
3.7.2. Сорбційні дослідження	135
3.7.3. Вплив кислотності середовища	138
3.8. Результати вивчення екологічного впливу діяльності КНПП на якість води в р. Прут	139
3.8.1. Вплив туристичної діяльності	139
3.8.2. Дослідження рН та загальної мінералізації атмосферних опадів та водних витяжок з ґрунтів	141
3.9. Екологічна оцінка якості води в р. Прут	143
Висновки до розділу 3	144
РОЗДІЛ 4. ПРОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ У ДОСЛІДЖУВАНОМУ РЕГІОНІ	146
4.1. Види негативного впливу різних факторів на екологічний стан Карпатських річок	146
4.1.1. Вплив природних факторів	146
4.1.2. Вплив техногенних факторів	147
4.1.3. Вплив стаціонарних та стихійних сміттєзвалищ	149
4.1.4. Техногенний вплив обсягів водоспоживання	151
4.2. Причини забруднення донних відкладень на дослідженій ділянці	152
4.3. Пропозиції щодо покращення процесу очищення стічних вод на КОС «Яремчеводоканал»	154

4.3.1. Стан очисних споруд міста Яремче	154
4.3.2. Недостатня ефективність роботи прибережних очисних споруд як одна з причин забруднення р. Прут в межах м. Яремче	155
4.3.3. Вплив технологічних умов на ефективність вилучення надлишку фосфат-іонів природним сорбентом	157
4.4. Вплив діяльності КНПП на екологічний стан р. Прут	158
4.4.1. Рекреаційне навантаження парку	159
4.4.2. рН атмосферних опадів	160
4.4.3. Гідрохімічні спостереження за ґрунтовими водами КНПП, як частина екологічного моніторингу	162
4.5. Необхідність вдосконалення методології екологічного оцінювання стану річкових вод	163
Висновки до розділу 4	165
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	167
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	170
ДОДАТКИ	186

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ

БСК – біохімічне споживання кисню;
ВМ – важкі метали;
В.р.м. – висота над рівнем моря;
ВРД – Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС;
ВУВКГ – Всеукраїнське відомство комунального господарства;
ГДК – гранично допустима концентрація;
ГІС – геоінформаційна система;
ДВ – донні відкладення;
ДСТУ – державний стандарт України;
ЕРЄ – еколого-рекреаційна ємність;
ЗВТ – засоби вимірювальної техніки;
ЗМІ – засоби масової інформації;
ІЗВ – індекс забруднення води;
КНД – керівний нормативний документ;
КНПП - Карпатський національний природний парк;
КОС – каналізаційні очисні споруди;
ЛДУ БЖД – Львівський державний університет безпеки життєдіяльності;
ЛОС – локальні очисні споруди;
НД – нормативний документ;
ОБРВ – орієнтовні безпечні рівні впливу;
ОСВ – очищені стічні води;
РРП – рекреаційно–ресурсний потенціал;
РФА – рентгенофазовий аналіз;
СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини (миючі засоби);
СРДС – сучасна річково-долинна система;
СФ – спектрофотометрія;
ТПВ – тверді побутові відходи;
ХСК – хімічне споживання кисню.

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Світове промислове виробництво та життєдіяльність населення спричиняє широке використання природних ресурсів, включаючи воду. У результаті розвитку міст і пов'язаних з ними об'єктів інфраструктури утворюються великі обсяги викидів у атмосферу та скидів стічних вод [21, 24].

У перше чергу, від такої ситуації страждають річкові екосистеми, оскільки більшість великих міст, і в давнину, і в сучасності, зароджувались та розвивались на берегах річок. Неминучим наслідком цього сусідства ставало забруднення річок продуктами життєдіяльності людського суспільства: біогенними іонами (амоній, нітрити, нітрати, фосфати), поверхнево-активними речовинами (миючі засоби натурального походження та на основі СПАР), пізніше – нафтопродуктами і важкими металами [38, 39].

Забруднення річкової, озерної і т.д. води біогенними іонами становить небезпеку, оскільки ці сполуки є хімічними каталізаторами процесу антропогенного евтрофування поверхневих вод – так званого «цвітіння води». Тому увагу багатьох дослідників привертає вивчення процесів надходження та поширення у водах місцевого стоку біогенних речовин, особливо сполук азоту і фосфору, які у теперішній час вже набули глобального, планетарного масштабу [58].

Не менш важливою проблемою останніх десятиліть стало збільшення викидів у атмосферу, а, відповідно, і потрапляння у відкриті водойми продуктів згорання палива. Річка Прут, на жаль, не є винятком з цієї проблеми. Це стосується як продуктів згорання твердих видів палива, так і рідких – нафтопродуктів.

Причиною цього можна вважати збільшення кількості та розширення території населених пунктів на берегах річок, особливо таких туристично привабливих, як р. Прут [121]. Місцеве населення і туристичний потік витрачають значно більше палива для обігріву приміщень, а зростаюча кількість

автомобілів у населених пунктах на берегах річки та транзитного транспорту продукує значні об'єми вихлопних газів [47, 49, 50].

Крім того, забруднення річкових вод, спричинене важкими металами, є не менш важливою екологічною проблемою через негативний вплив на здоров'я населення. Важкі метали, присутні у водних системах, є токсичними та схильними до біоаккумуляції. Споживання забрудненої води є одним із основних шляхів потрапляння важких металів в організм людини [69, 71].

Таким чином, питання вивчення загального рівня та особливостей забруднення річкових вод, оцінки їх екологічного стану, виявлення основних джерел антропогенного впливу на цей стан було і залишається *актуальним* та інтенсивно вивчається сучасною наукою.

Постановка проблеми. Одним із важливих напрямів сучасних гідроекологічних досліджень науковців Західного регіону є спостереження, оцінювання і прогнозування стану поверхневих вод на території Карпатського національного природного парку. Головною водною артерією на даній території є ріка Прут – ліва притока Дунаю.

Узагальнивши наукові публікації та виробничі звіти підприємств, у яких вивчався екологічний стан води річки Прут протягом останніх десятиліть, а також відповідні повідомлення у пресі та інших ЗМІ, було встановлено, що якість її води у верхній течії помітно погіршується [65, 66 та ін.].

Цей факт має негативне значення не тільки як загроза здоров'ю людей, які проживають на її берегах, користуються річковою водою для побутових і виробничих потреб, тваринництва чи польових робіт, але й як вагомий чинник, шкідливий для збереження природного стану всього регіону верхньої течії р. Прут. Крім того, ця місцевість є природним заповідником державного значення та з кожним роком стає все більш популярним курортом, важливим рекреаційним об'єктом.

Для встановлення джерел (у першу чергу – антропогенного характеру) та обсягів забруднення води річки Прут потрібно здійснити експериментальні

дослідження її фізико-хімічних параметрів та отримати екологічну оцінку. Це стосується також вивчення складу стічних вод у зоні антропогенного впливу м. Яремче та прилеглих населених пунктів, донних відкладень річки на даній ділянці, виробничої та рекреаційної діяльності прибережних об'єктів тощо. На основі результатів таких досліджень можна буде розробити пропозиції щодо покращення екологічного стану води р. Прут та ситуації у регіоні в цілому.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри екологічної безпеки Навчально-наукового інституту цивільного захисту Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Цим же напрямком займається науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки ЛДУ БЖД, на базі якої проведено більшість експериментальних досліджень.

Мета і завдання дослідження.

Метою дослідження є комплексне вивчення екологічного стану річки Прут у верхній течії на основі лабораторних досліджень проб річкових та стічних вод, донних відкладень, аналізу антропогенного навантаження на вибраній ділянці річки, та розроблення пропозицій щодо збереження стану довкілля, покращення умов життя населення та розвитку рекреаційного потенціалу цієї частини Прикарпаття.

Для досягнення цієї мети потрібно було вирішити наступні **завдання**:

- здійснити детальний аналітичний огляд літературних даних про географічно-кліматичні, орогідрографічні та інші умови території досліджень, результати екологічного вивчення її за попередні роки;
- виокремити головні проблеми, які виникають під час проведення екологічного моніторингу річкових систем та прибережних територій, а також найважливіші чинники, що призводять до погіршення якості річкової води;
- дослідити сезонну динаміку фізико-хімічних властивостей проб води з річки Прут в околицях м. Яремче, властивості стічних вод міста та інших

об'єктів на прилеглій території, донних відкладень на цій ділянці річки та порівняти їх із даними попередніх років;

- виявити основні джерела антропогенного забруднення річки; особливу увагу приділити якості очищення стічних вод прибережних населених пунктів від біогенних поллютантів;
- провести апробацію методики доочищення стічних вод від надлишку фосфатних сполук за допомогою природного сорбенту бентоніту, активованого мікрохвилями у різні способи;
- оцінити вплив природних факторів та рекреаційної діяльності Карпатського національного природного парку, територією якого протікає річка Прут, на екологічний стан її води;
- провести екологічну оцінку якості води річки Прут на обраній ділянці за основними нормативними індексами;
- на основі отриманих результатів запропонувати шляхи покращення екологічного стану річки Прут та загальної екологічної ситуації у цій дуже перспективній в туристичному плані ділянці Прикарпаття.

Об'єкт дослідження: процеси антропогенного забруднення річки Прут у верхів'ї внаслідок інтенсивного зростання житлової і виробничої інфраструктури, рекреаційної виробничої діяльності на їх берегах та способи зменшення цього забруднення.

Предмет дослідження: кількісні фізико-хімічні показники та екологічний стан річкової води, стічних вод з міста Яремче і його околиць, донних відкладень на дослідженій ділянці річки, а також окремі аналітичні показники прибережних природних систем.

Методи дослідження. Основними методами отримання числових даних для виявлення речовин-забруднювачів у досліджених пробах, побудови відповідних залежностей та розрахунків екологічних індексів були лабораторні аналітичні і хіміко-фізичні методи: гравіметричний, потенціометричний, титриметричний, фотометричний, атомно-абсорбційний та рентгенофазовий.

Використовувались також методи критичного аналізу літературної інформації про результати досліджень у вибраній галузі.

Уточнення експериментальних даних для аналізу результатів, побудови графіків і розрахунку індексів виконувалось методами математичної статистики та регресійного аналізу. Використовувались стандартні можливості загальновідомих офісних програм (Microsoft Office) та спеціалізовані комп'ютерні програми, які забезпечують високу надійність і достовірність отриманих результатів.

Науковою новизною роботи є удосконалення методології оцінювання екологічного стану річкової води з урахуванням антропогенного навантаження на річковий басейн із застосуванням комплексного аналізу індикаторів цього навантаження на прикладі р. Прут в межах міста Яремче та його околицях.

Зокрема:

1. Вперше застосовано комплексний підхід до процесу екологічного оцінювання якості води з урахуванням не тільки гідрохімічних та гідробіологічних показників, а й антропогенного та рекреаційного навантаження.

2. Вперше встановлено закономірності сезонної динаміки фізико-хімічних показників води річки Прут та їх мінливості у місцях спостережень під впливом природних та антропогенних чинників.

3. На основі просторово-часового аналізу стану води та донних відкладів р. Прут встановлено основні причини негативного антропогенного впливу на якість води р. Прут у м. Яремче та його околицях, зокрема, збільшення кількості та розмірів прибережних населених пунктів і рекреаційних закладів, недостатня ефективність управління каналізаційними стоками, інтенсифікація туристичного руху та автомобільного трафіку у прибережній зоні.

4. Виокремлено найбільш надійні і відносно прості у застосуванні індикатори забруднення річкової води на дослідженій ділянці, зокрема вміст біогенних політантів та величину споживання кисню.

5. Обґрунтовано методику активації бентоніту мікрохвилями з метою покращення його сорбційних властивостей щодо фосфатів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному:

1. Отримані результати можуть слугувати основою для адаптації європейських підходів до інтегрованого управління водними ресурсами та розробки заходів з мінімізації ризиків від антропогенної діяльності в басейні Пруту.

2. Запропонована методика доочищення стічних вод від надлишку фосфатів за допомогою природних сорбентів, яка пройшла апробацію на каналізаційних очисних спорудах ДП «Яремчеводоканал», сприятиме ефективному очищенню скидів від таких забруднювачів.

3. Результати дисертаційного дослідження використовуються як частина лекцій під час вивчення у ЛДУ БЖД здобувачами вищої освіти за спеціальністю 101 Екологія навчальних дисциплін «Моніторинг довкілля» та «Теоретичні основи очищення стічних вод».

Особистий внесок здобувача. У процесі роботи над дисертацією здобувачем особисто опрацьовано літературні джерела за темою дослідження, відібрано проби, підготовлено та взято участь у проведенні лабораторних досліджень, систематизовано їх результати за відповідними критеріями, виконано необхідні розрахункові роботи, запропоновано заходи щодо покращення екологічної ситуації.

Постановка задач, обговорення запропонованих заходів з покращення екологічної ситуації в регіоні, формулювання науково обґрунтованих висновків проводились під керівництвом докт. с.-г. наук, проф. Кузика А.Д.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися на таких конференціях:

- 17 і 18 Міжн. наук. конф. «Львівські хімічні читання – 2019; 2021» (Львів, 2019 і 2021 р.); I-а Міжн. наук.-практ. конф. «Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу» (Львів, 2019 р.); IV Всеукр. наук. конф. «Теор. та експер. аспекти сучасної хімії та матеріалів» (Дніпро,

2020 р.); IV Міжн. наук.-практ. конф. «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства» (Львів, 2021 р.); V Всеукр. наук. конф. «Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи» (Житомир, 2021 р.); Всеукр. наук. – практ. конф. «Подільські читання - 2021» (Хмельницький, 2021 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 14 наукових праць, серед яких: 1 стаття у журналі, який реферується у міжнародній наукометричній базі SCOPUS; 6 статей у періодичних фахових виданнях України; 7 тез доповідей на наукових конференціях різних рівнів.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Основний текст викладено на 169 сторінках, ілюстровано 34 рисунками, текст містить 24 таблиці, у бібліографії наведено 149 літературних джерел; дисертація містить 42 сторінки додатків.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА СУЧАСНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ ПРУТ У ВЕРХНІЙ ТЕЧІЇ

1.1. Адміністративні та природно-географічні відомості

1.1.1. Івано-Франківська область

Івано-Франківська область утворена 4 грудня 1939 року. Її площа – 13,9 тис. км², (2,4% території України); населення – 1409,8 тис. осіб з відповідним розподілом по районах і територіальних громадах [42, 125].

Обласний центр – місто Івано-Франківськ (до 1962 р. – Станіслав) з населенням 233,4 тис. мешканців (2001 р.). Місто розташоване біля південного краю Бистрицької улоговини при злитті річок Бистриці Солотвинської з Бистрицею Надвірнянською [42].

Івано-Франківська область розташована в трьох різних за своєю природою ландшафтних зонах. Північно–східна частина території (Придністров'я) лежить на Подільській височині. Тут панують лісостепові ландшафти; це західний край лісостепової зони Руської рівнини [125].

Середня частина області розташована в межах Прикарпаття з піднятим і сильно розчленованим рельєфом. Тут панують лісолучні ландшафти переважно з широколистяних лісів – бука, граба, дуба тощо, – які займають високі межиріччя та їх схили. На понижених рівнинах і улоговинах поширені луки [113, 125].

Південно-західна частина Івано–Франківської області заходить в Українські Карпати, які складаються з серії хребтів, витягнутих у південно-східному напрямку. Значна висота гір (1000–2000 м над рівнем моря) зумовлює сильне зволоження цієї частини області. Більшість гір вкрита майже суцільними листяними і хвойними лісами [93, 94, 112].

1.1.2. Місто Яремче та його околиці

Місто Яремче знаходиться у південно-західній частині Івано-Франківської області, у центральній частині українських Карпат, в межах гірських формувань Горган, Покутсько-Буковинських Карпат та Чорногори.

Яремче, його околиці та сусідні населені пункти входять до складу Карпатського національного природного парку. З усіх сторін місто оточують вершини. З півдня і південного заходу лежить хребет Явірник, з заходу розмістились гори Щивка, Чорногориця і Синечка, зі сходу — гора Маковиця.

Місто Яремче з 1977 року віднесено до категорії міст обласного підпорядкування. До 2020 р. в його межі входили такі населені пункти: м. Яремче з мікрорайонами Ямна (вище за течією) та Дора (нижче за течією), смт. Ворохта, с. Татарів, с. Микуличин, с. Яблуниця, с. Вороненко, с. Поляниця. На базі відповідних сіл утворені Татарівська, Микуличинська, Яблуницька та Поляницька сільські ради та Ворохтянська селищна рада. В межі Яблуницької сільської ради входило с. Вороненко. Територія м. Яремче з підпорядкованими населеними пунктами називалась територією Яремчанської міської ради.

Від 17 липня 2020 р., м. Яремче входить у склад Надвірнянського району (з адміністративним центром у місті Надвірна) разом з територіями Ворохтянської селищної, Делятинської селищної, Ланчинської селищної, Надвірнянської міської, Пасічнянської сільської, Переріслянської сільської, Поляницької сільської, Яремчанської міської територіальних громад (рис. 1.1; [10]).

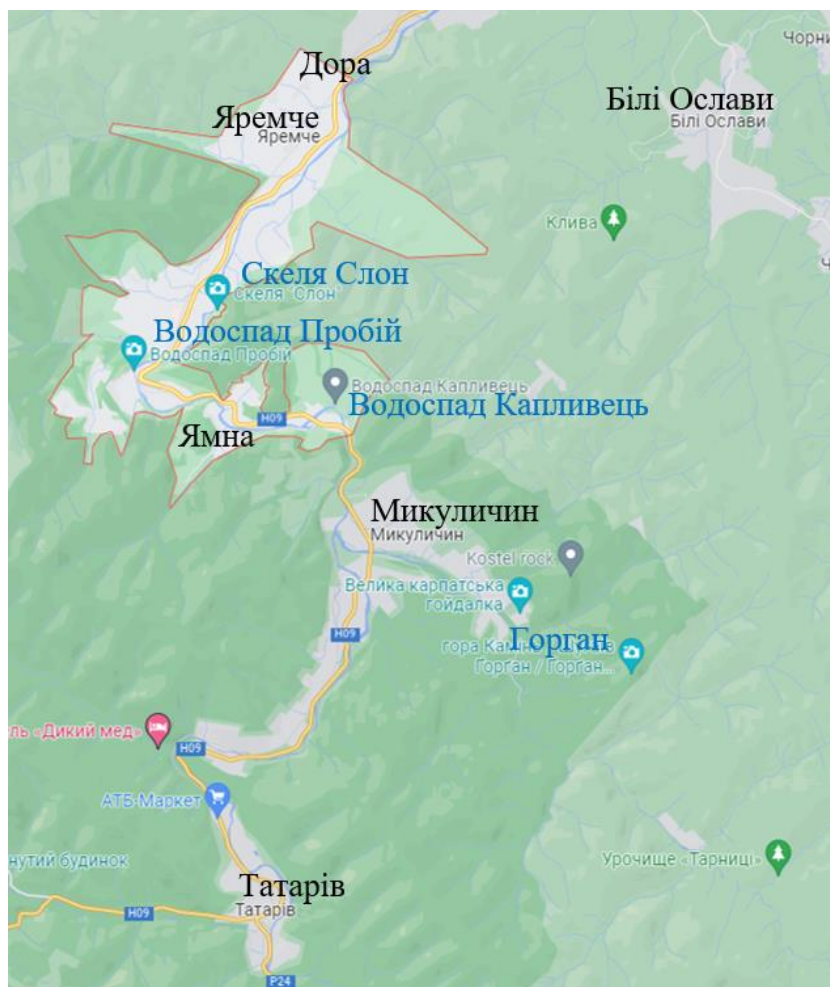


Рис. 1.1 - Географічно - адміністративна карта м. Яремче та його околиць [10]

1.2. Клімат та метеорологічна обстановка

1.2.1. Температурний режим

Річний хід температури в області континентальний; чітко розділяються теплий та холодний сезони, про що свідчать відповідні перепади температур.

Уявлення про багаторічний режим середніх місячних і середніх річних температур дає нижче подана табл. 1.1. Заміри проводяться відповідними метеостанціями з 1881 року. Для прикладу, у згаданій таблиці вказано усереднені дані за 2015-2017 рр. [54].

Таблиця 1.1

Середньомісячні та середньорічні температури повітря
в Івано-Франківській області в 2015-2017 рр. [54]

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Богородчани	-4,9	-3,7	-0,8	7,1	13,5	16,4	18,2	17,1	13,1	7,9	1,9	-2,8	7,0
Болехів	-3,9	-3,0	1,5	7,1	12,8	15,8	17,5	16,4	12,6	7,7	2,4	-2,0	7,1
Верховина	-6,4	-5,4	-0,4	5,0	11,4	14,4	16,1	15,2	11,2	5,6	0,8	-3,7	5,3
Городенка	-5,1	-3,7	0,9	7,8	13,9	16,8	18,7	18,0	13,6	8,0	2,3	-2,3	7,4
Гринява	-5,4	-4,4	0,7	5,7	11,5	14,8	16,3	15,4	11,0	6,9	0,8	-3,2	5,8
Довжинець	-6,1	-4,8	-1,0	3,9	9,5	12,9	14,5	14,0	9,9	5,3	0,1	-4,1	4,5
Делятин	-4,5	-3,1	1,2	7,3	13,4	16,1	18,3	17,0	13,4	8,3	2,5	-1,9	7,3
Долина	-4,0	-3,1	1,8	7,3	12,8	15,4	17,4	16,0	12,2	8,1	2,5	-1,7	7,8
І.Франківськ	-5,1	-3,7	1,3	7,6	13,5	16,6	18,5	17,8	13,5	8,2	2,2	-2,4	7,3
Колюмия	-5,5	-3,8	1,1	7,8	13,7	16,8	18,6	17,8	13,4	8,1	2,1	-2,6	7,3
Манява	-5,2	-3,8	0,6	6,3	12,0	14,9	16,8	16,2	12,2	6,9	1,5	-3,4	6,2
Микуличин	-5,4	-4,3	0,6	6,1	11,9	14,8	16,9	16,0	11,8	7,5	1,6	-2,8	6,2
Обертин	-4,6	-3,0	1,8	7,9	13,8	16,6	18,6	17,6	13,6	8,4	2,4	-2,0	7,6
Пожижевська	-7,6	-6,9	-2,8	1,7	6,9	10,2	12,4	12,2	8,8	5,2	-1,0	-4,9	3,0
Попельники	-4,9	-3,1	2,0	8,4	14,4	17,2	19,4	18,2	14,6	9,1	3,0	-1,9	8,0
Снятин	-5,1	-3,6	1,2	7,7	13,6	16,6	18,8	17,8	13,8	8,4	2,0	-2,6	7,4
Яблониця	-6,8	-5,5	-1,0	3,6	9,6	12,7	14,6	13,2	9,6	5,2	-0,2	-4,2	4,2
Яремче	-4,3	-3,2	0,8	6,2	11,9	14,0	17,0	16,2	12,4	7,6	2,8	-1,2	6,7

З таблиці 1.1 видно, що у липні, найтеплішому місяці, температура становить в районах Прикарпаття 19-19,5 °С тепла, у найхолоднішому (січні) вона знижується до 4–5,5 °С морозу. У горах липневі температури спадають на 0,7° на кожні 100 м підняття. Тому середні температури липня на висотах 1500–1800 м знижуються до 9–10° тепла.

У січні вертикальний градієнт температури у два рази менший, ніж липневий. Тому в цей час зниження температури зі збільшенням висоти відбувається повільніше. Наприклад, в Івано-Франківську середня температура січня –5,1°, а на станції Пожижевській (висота 1430 м) вона знижується лише до –7,6°.

Континентальність клімату виявляється перш за все в амплітудах річних коливань температур, або в різницях між температурами найтеплішого і

найхолоднішого місяців: чим більша ця різниця, тим більша континентальність клімату. Розрахунки показують, що континентальність клімату області найменша порівняно зі східними областями (наприклад, для Івано–Франківська індекс континентальності становить 33, а для Полтави – 41). У горах зі збільшенням висоти континентальність зменшується.

Напрямки вітру в умовах області визначаються не тільки загальноциркуляційними процесами, але й орографічними факторами. У Прикарпатті для року в середньому переважають північно-західний, південно-східний і західний напрямки вітру, в гірській частині – південно-східний та північно-східний напрямки [54, 125].

1.2.2. Режим зволоження

Для річної динаміки опадів характерна значна перевага їх кількості за теплий період порівняно з холодним. За теплий період (IV–X місяці) в районах Прикарпаття випадає близько 73% опадів від річної норми. Найбільш дощові – літні місяці (VI–VIII місяці), протягом яких випадає близько 44% опадів. Максимум опадів здебільшого припадає на червень.

Основні характеристики режиму зволоження – це середні місячні та річні суми атмосферних опадів, а також їх сума за теплий (IV–VIII) і холодний (IX–III) періоди (табл. 1.2). На території області річні суми опадів залежно від висоти місцевості коливаються в межах 600–1400 мм і навіть більше. Метеостанції на Івано-Франківщині працюють з 1881 року [54].

Таблиця 1.2

Середня місячна кількість опадів і їх суми за рік в Івано-Франківській області в 2015-2017 рр. [54]

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Богородчани	23	23	32	41	72	103	98	87	56	56	35	28	654
Болехів	26	26	36	55	81	118	122	107	67	69	42	31	780

продовження табл. 1.2

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
Верховина	25	29	38	53	95	120	122	77	57	46	41	32	735
Городенка	17	16	22	45	66	82	82	70	50	42	31	25	548
Гринява	28	27	34	64	89	127	120	102	76	57	36	31	791
Делятин	25	25	34	55	77	120	90	88	60	49	34	30	696
Долина	31	25	30	54	89	120	122	112	64	57	38	29	771
Дора	25	34	44	53	117	143	140	93	65	45	39	43	842
Ів. Франк.	29	22	30	49	79	92	99	83	50	36	38	37	652
Коломия	22	22	24	49	72	98	101	82	51	40	36	24	621
Манява	29	29	40	59	92	131	124	111	72	66	48	37	838
Микуличин	33	33	44	69	96	151	124	110	76	62	44	39	881
Надвірна	42	42	60	65	101	145	138	123	80	72	65	52	985
Нижнів	24	26	25	40	73	84	109	71	46	23	30	35	592
Обертин	20	20	26	51	76	96	96	81	56	51	37	29	639
Пожижевська	97	127	138	91	139	146	159	143	85	84	131	101	1442
Попельники	27	27	37	55	77	121	99	88	61	49	36	32	709
Рогатин	33	45	35	33	76	84	126	68	42	35	39	45	658
Снятин	25	26	29	51	70	92	96	76	52	41	35	27	620
Татарів	34	56	59	62	125	142	150	98	69	55	56	55	960
Яблонів	27	27	37	57	80	125	102	91	63	51	36	32	728
Яблуниця	44	48	47	70	111	145	142	127	81	77	62	51	1005
Ямниця	29	37	31	46	79	92	124	74	48	34	38	42	675
Яремче	35	38	39	66	93	135	130	113	71	64	56	41	881

У цілому територія області порівняно зі східними районами України відзначається найбільшими сумами опадів, що пояснюється впливом Карпат на атмосферні процеси. Проте зволоження місцевості визначається не лише кількістю опадів, оскільки вони можуть значно випаровуватися. Тому для оцінювання зволоження користуються коефіцієнтом зволоження ($K = O/E$), який являє собою відношення кількості опадів місця (O) до величини можливого за даних кліматичних умов випаровування (E).

У межах Івано-Франківщини річні величини коефіцієнту зволоження коливаються від 1,1 до 1,49 в районах Прикарпаття, а в горах - перевищують 1,5 [54, 125].

1.3. Річкова мережа Прута

Річкова мережа басейну р. Прут своєю верхньою течією збирає води з найвищої частини області – Гуцульських Карпат. Як і басейн Дністра, Прут має різко асиметричну будову; основна водозбірна площа - на правобережжі, і там же - найбільші його притоки – Прутець Яблоницький, Прутець Чемигівський, Ослава, Лючка, Пістинька, Рибниця, Черемош, та інші. Лівих покутських приток багато тільки в гірській частині, вони маловодні; найбільші з них – Турка, Чорнява і Белелуя [43, 91, 146].

Річка Прут – ліва притока Дунаю; має загальну протяжність 967 км і площу басейну 27540 км². Бере свій початок на північно–східному схилі Чорногірського хребта, біля підніжжя г. Говерли на висоті понад 1750 м над рівнем моря. У межах Івано-Франківської області Прут має довжину 167 км, площу водозбору - 4868 км². Впадає р. Прут в р. Дунай з лівого берега біля села Джурджулешти (Молдова) на відстані 164 км від гирла.

Середній нахил річки Прут змінюється від 100 м/км (біля витoku) до 0,05 м/км (біля гирла); коефіцієнт звивистості 2,1. У верхів'ях (до смт. Делятин) річка має гірський характер, зі стрімким правим берегом; місцями поперечний профіль русла має вигляд урвища. Біля міста Яремче є водоспад Пробій [97, 146, 148].

Басейн верхнього Пруту розташований у регіоні з різноманітними і контрастними природними умовами. Ця контрастність зумовлена складністю ландшафтної структури території, де функціонують гірські, передгірні і рівнинні природні комплекси, ущелини та водоспади [103, 84] (рис. 1.2).

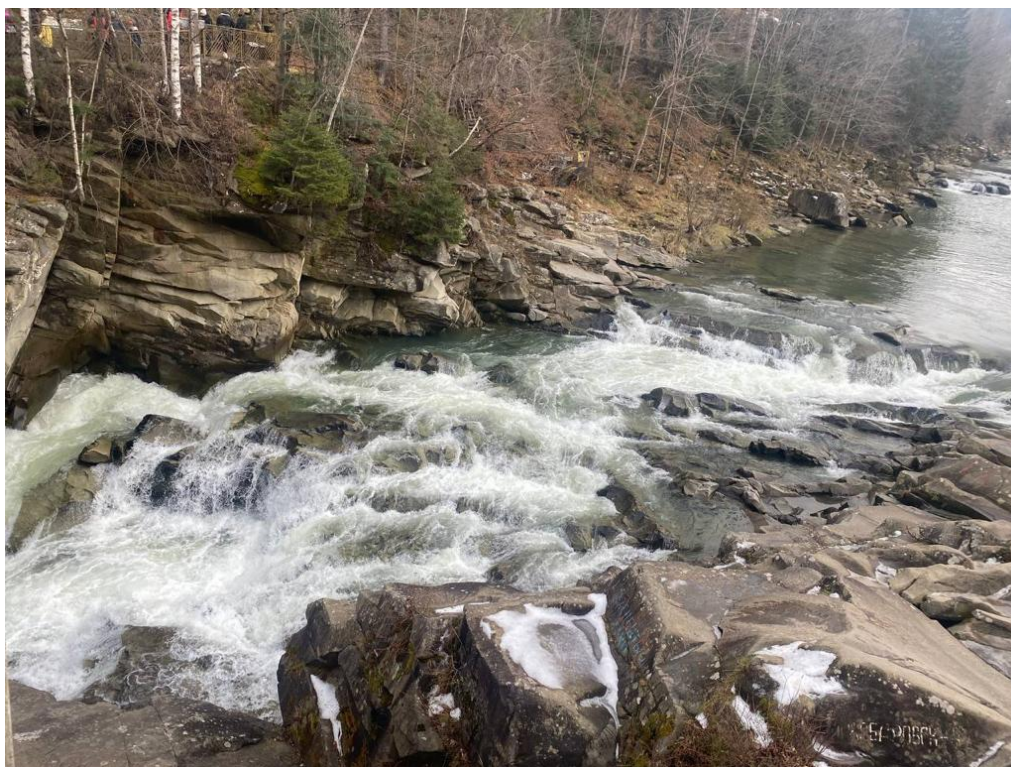


Рис. 1.2 – Річка Прут в околицях м. Яремче (перед водоспадом Пробій)
(фото автора)

Починаючи з верхів'я, Прут протікає через гори у глибокій і темній V-подібній ущелині, майже прямо на північ до Делятина. На цій ділянці в річку впадає багато приток: Прутець Яблоницький, Прутець Чемигівський та ін. Тут долина Прута обмежена крутими схилами, на яких досить густо ростуть ялиново–смерекові ліси. Річка на цій ділянці бурхлива, з численними порогами й водоспадами. Біля с. Ямна долина ущелиноподібна, глибока.

Від Делятина Прут змінює свій напрям з меридіонального на північно–східний і, вигинаючись дугою, тече у південно східному напрямку, поступово відходить від гір на рівнину і далі на Басарабське плато до Дунаю [41].

Дно річки у верхів'ї нерівне, піщано–галькове, гальково–каменисте, місцями галькове, піщане, скелясте. Береги, висотою 0,3–3,0 м, круті і обривисті, місцями пологі, часто зливаються із схилами долини. В більшості вони поросли чагарниками.

Стік Прута досить великий: наприклад, для водпоста Яремче середня багаторічна витрата становить близько $12,0 \text{ м}^3/\text{с}$, а найбільша – $22,9 \text{ м}^3/\text{с}$. В

окремі роки бувають різкі коливання стоку: максимальна витрата за період спостережень зафіксована у 1969 році – 760 м³/с [82].

Клімат у басейні верхнього Прута помірно-континентальний. Його особливості визначаються розміщенням басейну на межі Волино–Поділля і альпійських гірських утворень Карпат. Кліматичні умови формуються під впливом континентальних повітряних мас із сходу та південного сходу і вологими морськими повітряними масами із заходу і південного заходу. Опади розподіляються дуже нерівномірно і залежать від висоти місцевості і експозиції схилів [65].

Сніговий покрив розподіляється нерівномірно в залежності від залісеності, висоти місцевості, форм рельєфу. З відкритих ділянок сніг зноситься вітром у долини (балки), де товщина його може сягати кількох метрів. Середня висота снігу – 10–20 см, максимальна 40–50 см. Взимку часто бувають відлиги, коли сніг майже повністю розтає, особливо на рівнині.

Весняне водопілля починається в березні. Характерною особливістю весняного періоду є паводки змішаного походження, коли поряд із стоком талих вод у живленні річки беруть участь дощі. Підйом рівня води весною складає 0,5– 1,5 м.

Літньо – осінні паводки проходять у теплий період року. Це призводить до формування паводкового режиму протягом літа і осені. Найчастіше паводки утворюються в травні – липні, менше в серпні, ще менше у вересні – жовтні. Під час паводків підйом рівня води відбувається дуже різко з інтенсивністю підйому 15–20 см на годину, а спаду - 10–15. За звичайних років підйом рівня при паводках буває 1,5–2,0 м, при екстремальних паводках – 5–6 м.

Зимовий період характеризується частими вторгненнями теплого вологого повітря з заходу і південного заходу. При цьому сніговий покрив швидко розтає, що призводить до утворення високих паводків.

Льодовий покрив не суцільний. У горах ділянки, що не замерзають, спостерігаються дуже часто. Перші льодові явища появляються в листопаді. Середня тривалість льодоставу близько 45–50 днів і коливається в окремі роки

в межах 10–80 днів. Скресає річка в третій декаді березня, інколи раніше, інколи в кінці березня - на початку квітня [143].

Таким чином, річка Прут є типовою гірською річкою з відповідною структурою русла та берегів, значною кількістю порогів і водоспадів. Кліматичні умови на досліджуваній території також є аналогічними до умов Івано-Франківської області в цілому.

1.4. Екологічні дослідження р. Прут у межах м. Яремче

1.4.1. Вимоги водного законодавства України щодо екологічного стану водойм

Екологічний стан водного об'єкта означає «вираження якості структури і функціонування водних екосистем, пов'язаних з поверхневими водами, класифікованими відповідно до біологічної складової якості, а також гідроморфологічної, хімічної та фізико-хімічної складових якості» [6, 147].

У прийнятому в 1995 р. Водному Кодексі України зазначено, що усі води (водні об'єкти) на території України є національним надбанням народу України, однією з природних основ його економічного розвитку і соціального добробуту. Водні ресурси забезпечують існування людей, тваринного і рослинного світу і є обмеженими та уразливими природними об'єктами [44].

В умовах нарощування антропогенних навантажень на природне середовище, розвитку суспільного виробництва і зростання матеріальних потреб виникає необхідність розробки і додержання особливих правил користування водними ресурсами, раціонального їх використання та екологічно спрямованого захисту. Водний Кодекс в комплексі з заходами організаційного, правового, економічного і виховного впливу сприятиме формуванню водно-екологічного правопорядку і забезпеченню екологічної безпеки населення України, а також ефективнішому, науково обґрунтованому використанню вод та їх охороні від забруднення, засмічення та вичерпання [44].

Чинний на цей час в Україні документ «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [126] був розроблений у 1998 році. Відтоді відбулися значні зміни у водоохоронній практиці більшості країн Європи. У 2000 році була введена у дію Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЕС (ВРДЄС), яка визначила основні пріоритети у водоохоронній діяльності та шляхи досягнення доброго стану поверхневих вод [6]. Урядами ряду європейських країн підготовлено рекомендації щодо втілення положень Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЕС у водоохоронну практику країн Східної Європи. ВРД ЄС є основним документом у галузі водної політики ЄС.

Базовим принципом ВРД ЄС є визнання району річкового басейну основною гідрографічною одиницею управління водними ресурсами – як цілісного природного гідрографічного об'єкту, який не може обмежуватися адміністративними чи державними кордонами. Управління кожним виділеним річковим басейном здійснюється на основі «Плану управління річковим басейном», який повинен містити чітку програму заходів для досягнення у встановлені терміни основної мети – доброго стану водних об'єктів, як поверхневих, так і підземних, що містяться на його території [6, 7, 145].

Кабінет Міністрів України постановою від 18 травня 2017 р. № 336 затвердив «Порядок розроблення плану управління річковим басейном» Основними елементами планів управління річковими басейнами є:

- 1) загальна характеристика поверхневих та підземних вод району річкового басейну;
- 2) визначення основних антропогенних впливів на кількісний та якісний стан поверхневих і підземних вод, у тому числі від точкових та дифузних джерел;
- 3) визначення зон (територій), які підлягають охороні, та їх картування;
- 4) картування мереж моніторингу, результатів програм моніторингу, що виконуються для поверхневих вод (екологічний і хімічний), підземних вод (хімічний і кількісний), зон (територій), які підлягають охороні;

5) перелік цілей для поверхневих вод, підземних вод і зон (територій), які підлягають охороні, та строки їх досягнення;

6) економічний аналіз водокористування;

7) огляд виконання програм або заходів, включаючи шляхи досягнення визначених цілей;

8) повний перелік програм (планів) для району річкового басейну чи суббасейну, їх зміст та проблеми, які передбачено вирішити;

9) звіт про інформування громадськості та громадське обговорення проекту плану управління річковим басейном.

1.4.2. Гідрохімічні показники річкової води

Одним із головних завдань гідрохімічних досліджень у цьому регіоні є моніторинг якості води в р. Прут. Ця робота була розпочата відповідними службами ще в другій половині минулого століття та продовжується зараз [41, 113 та ін.]. Програма подібних спостережень враховує місцеві особливості, гідрохімічні показники, склад донних відкладень, вплив стічних вод санаторно-курортних закладів, що скидають стічні води в р. Прут, рекреаційне навантаження на річку та інші напрямки [122, 85].

Серед праць останніх років за вказаним напрямком слід відмітити публікації М.М. Приходька [119, 120], В.М. Удода [138 - 141], О.В. Кирилюка [64-66], М.В. Корчемлюка [13, 14, 89, 90], Т.В. Соловея [132] та ін. Проаналізувавши наведені в цих роботах результати, можна подати наступний гідрохімічний опис води р. Прут у верхній частині.

Загальна мінералізація води р. Прут вище м. Яремче переважно слабка і помірна (150-250 мг/дм³). Ця вода відноситься до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи. Нижче м. Яремче за течією річки склад води може бути віднесений до гідрокарбонатно-сульфатного класу кальцієво-натрієвої групи. Мінералізація води коливається від 200 до 750 мг/л [92].

Кислотність середовища (рН) у р. Прут вище м. Яремче знаходиться в межах 7,4-8,2. Це можна пояснити наявністю у воді невеликих кількостей гідроокисів, солей, схильних до гідролізу, гумінових речовин тощо.

Показники жорсткості води знаходяться у прямій залежності від гідрологічного режиму ріки, а також ідуть паралельно з показниками загальної мінералізації. В меженні періоди жорсткість коливається від 6,2 до 9,9 мг-екв/дм³, а в паводки знижується до 2,8 мг-екв/дм³.

Забарвлення води змінюється від 11° до 48° кольоровості, причому у паводки забарвленість вища, ніж в межень. Хімічна окиснюваність води (хімічне споживання кисню, ХСК) в паводки коливається у великих межах: від 3,2 до 10 мгО/дм³; вміст розчиненого кисню - 7,7 ... 12,2 мгО/дм³ [92, 140].

Крім вказаних вище авторів, лабораторні дослідження якості води р. Прут у верхній течії кожного кварталу виконують працівники гідропоста м. Яремче та публікують у щорічних звітах (поквартально). З дозволу керівництва гідропосту автор мав можливість ознайомитись із цими звітами.

У табл. 1.3 наведено усереднені за останні роки (2017-2019 рр.) числові значення фізико-хімічних показників води р. Прут (рН, твердість, загальна мінералізація, ХСК), концентрацій у ній головних іонів (гідрокарбонатів, хлоридів, сульфатів, кальцію, магнію, суми натрію і калію) та біогенних іонів (амонію, нітритів, нітратів, фосфатів), за даними звітів.

Таблиця 1.3

Усереднений гідрохімічний склад води р. Прут в межах м. Яремче
(2017-2019 рр.) на основі звітів місцевого гідропосту

№ з/П	Показник	Середнє	Максимум	Мінімум
1	2	3	4	5
1	рН	7,9	8,2	7,1
2	Твердість, мг-екв/дм ³	2,68	3,79	2,10
3	Загальна мінералізація, мг/дм ³	262	284	236
4	ХСК, мгО/дм ³	8,4	10,3	6,2

продовження табл. 1.3

1	2	3	4	5
5	Хлориди, мг/дм ³	11,53	17,50	5,73
6	Сульфати, мг/дм ³	23,85	46,10	13,30
7	Гідрокарбонати, мг/дм ³	143	181	109
8	Кальцій, мг/дм ³	46,8	70,0	31,6
9	Азот амонійний, мг N/дм ³	0,368	0,490	0,220
10	Азот нітритний, мг N/дм ³	0,004	0,007	0,001
11	Азот нітратний, мг N/дм ³	0,508	0,550	0,420
12	Фосфати, мг P/дм ³	0,030	0,059	0,016

Як видно з даних табл. 1.3, у вказані роки більшість гідрохімічних показників р. Прут у межах м. Яремче знаходилась у допустимих межах. Проте викликають занепокоєння досить високі вмісти у досліджених пробах біогенних іонів – сполук азоту і фосфору (у перерахунку на чистий елемент). Одразу виникає питання щодо ефективності роботи каналізаційних очисних споруд (КОС) м. Яремче як ймовірного джерела забруднення річки Прут на дослідженій ділянці.

Отже, якість води в р. Прут вивчається тривалий час багатьма дослідниками. У попередні роки вона була досить високою, однак у наш час, із збільшенням антропогенного навантаження, значно погіршилась.

1.4.3. Розподіл важких металів у воді річки Прут

В останні роки якість природного середовища особливо погіршують важкі метали (ВМ), що вважаються найнебезпечнішими для біоти у зв'язку з токсичністю та здатністю накопичуватися в організмах [5, 18]. Вони належать до класу консервативних забруднювальних речовин, що не використовуються та не розкладаються у процесі міграції трофічними ланцюгами [16]. Деякі з них токсичні навіть за дуже низьких концентрацій, а такі важливі мікроелементи як Fe, Cu і Zn за високих концентрацій можуть бути біологічно небезпечними [17].

З результатів, наведених у працях дослідників р. Прут [68, 86], можна зробити висновок, що вниз за течією від м. Яремче відносні концентрації

зростають тільки для хрому, свинцю і титану, зменшується – для міді й ванадію, та залишається приблизно постійним - для барію, мангану, молібдену, нікелю і стронцію (табл. 1.4).

Концентрації хрому, молібдену, нікелю й свинцю за Б. Я. Голояд та ін. [45, 68] приблизно відповідають їхнім середнім концентраціям у споріднених річкових водах Землі, але вмісти мангану більші у 30, ванадію – у 20, стронцію – у 3, титану – в 2 рази, а вмісти барію і міді трохи понижені (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Зміна макро- і мікроелементного хімічного складу вод р. Прут
на відтинку Яремче–Коломия–Снятин [68]

Місце відбору проби	Формула хімічного складу води	
	макроелементи, мг/дм ³	мікроелементи, мкг/дм ³
м. Яремче	HCO ₃ 74 SO ₄ 17 Cl ₉ Ca59 Na22 Mg19	Ba5,0 Cr1,1 Cu3,8 Mn362 Mo1,0 Ni1,8 Pb1,04 Sr268 Ti6,5 V16,5 Zn0,18
м. Коломия	HCO ₃ 51 Cl36 SO ₄ 14 Ca54 Na34 Mg12	Ba11,8 Cr2,0 Cu1,1 Mn817 Mo2,18 Ni1,8 Pb1,58 Sr287 V9,6 Zn0,37
м. Снятин	HCO ₃ 71 Cl27 SO ₄ 22 Ca65 Na20 Mg15	Ba13,0 Cr5,4 Cu5,5 Mn1135 Mo3,21 Ni5,99 Pb7,08 Sr924 Ti46,6 V31,8 Zn0,528

Відсутність великих джерел промислового забруднення на дослідженій ділянці річки свідчить про природне походження концентрацій деяких мікроелементів через вилуговування їх із корінних і перевідкладених гірських порід. [23, 24].

Таким чином, вміст важких металів у воді р. Прут знаходиться на рівні фонових значень. Очевидно, причиною цього є відсутність великих промислових підприємств на її берегах.

1.5. Забір чистих та скидання зворотних вод як важливі чинники забруднення вод на ділянці верхнього Пруту

З огляду наукової та спеціальної літератури [2, 12, 14, 142 та ін.] можна зробити висновок, що важливими факторами впливу на якісні та кількісні характеристики водних ресурсів у басейні верхнього Пруту є забір чистої води та скидання зворотних вод з очисних споруд. Але потрібно враховувати і поверхневі води, і підземні.

У 2019 р. водозабір у басейні Верхнього Пруту склав 39,59 млн м³; при цьому лише в Івано-Франківській області забрано 9,7 млн. м³ води (табл. 1.5) [55].

Таблиця 1.5

Забір і використання води в басейні Верхнього Пруту,
(Івано-Франківська обл.; 2019 рік) [55]

Адміністративне утворення (район, місто)	Забір води, млн м ³ /рік		
	всього	у тому числі:	
		із поверхневих водних об'єктів	із підземних джерел
1	2	3	4
Верховинський	0,03	—	0,03
Коломийський	3,16	2,92	0,24
Косівський	0,83	0,80	0,03
Снятинський	2,24	1,82	0,42
Яремче (міськрада)	0,41	0,38	0,03
Коломия (міськрада)	3,01	3,01	—

Як видно з табл. 1.5, основна частина води забирається з поверхневих джерел; зокрема, в Івано-Франківській області це становить 90% сумарного забору води. В основному, вода використовується для житлово-комунальних потреб та сільського господарства; забір води для потреб промисловості невеликий.

Забір підземних вод у басейні Прута в 2019 р. становив 14,86 млн м³. Порівняно з 2015, у 2019 р. він зменшився на 1,6 млн м³ (11%) [55]. Враховуючи,

що екологічно безпечним є використання ресурсу, яке не перевищує 10 % його загальної кількості (правило десяти процентів) [6; 130], забір води в басейні Верхнього Пруту оцінюється як екологічно безпечний.

Найбільше води забирають комунальні підприємства ВУВКГ «Яремче» та КП «Коломияводоканал». Ці ж підприємства є і основними джерелами забруднення р. Прут. У 2019 р. ВУВКГ «Яремче» скинуло 0,29 млн м³ зворотних вод, КП «Коломияводоканал» – 5,9 млн м³ (табл. 1.6) [55].

Таблиця 1.6

Скидання зворотних вод у поверхневі водні об'єкти в басейні
Верхнього Пруту (2019 рік) [55]

Адміністративне утворення (район, місто)	Скинуто зворотних вод, млн м ³ /рік		Потужність очисних споруд, млн. м ³
	всього	із них: нормативно- очищених	
1	2	3	4
Верховинський	0,01	—	0,23
Коломийський	2,63	0,02	1,72
Косівський	0,82	0,04	0,74
Снятинський	1,96	0,12	2,44
Коломия (міськрада)	5,90	3,90	6,56
Яремче (міськрада)	0,29	0,15	0,72
Всього по області	11,61	4,20	12,41

Стік річок (об'єм води) значно змінюється протягом року. 50 % від загального річного об'єму води стікає під час весняного водопілля та дощових паводків за 60-70 днів. Впродовж останніх 290-300 днів формуються літньо-осінні та зимові меженні періоди з невеликими витратами води.

У зв'язку з цим на річках, які використовуються як джерела водопостачання, або як водні об'єкти, в які скидаються зворотні води у меженні періоди, виникають проблеми дефіциту води для водопостачання і для розведення скинутих у річки зворотних вод. Тому гідрологічний режим річок

повинен обов'язково враховуватися при плануванні водопостачання населених пунктів [40, 111, 117].

Таким чином, обсяги водозабору та скидання зворотних вод у р. Прут є дуже важливим фактором для надійного оцінювання її екологічного стану.

1.6. Якість очищення стічних вод м. Яремче

У самому місті Яремче та у його околицях немає великих промислових підприємств, тому значних скидань токсичних речовин у каналізацію, тим більше прямо у річку, не відбувається. Проте, з кожним роком у цьому мальовничому куточку Прикарпаття зростає кількість санаторіїв, баз відпочинку, котеджних містечок та просто житлової забудови. Далеко не всі з цих об'єктів житлово-комунальної сфери мають власні очисні споруди, а також під'єднані до центральної каналізації. Відповідно, у річку Прут досить часто потрапляють неочищені стоки, які забруднюють не тільки воду, а й осідають у донних відкладеннях.

За якістю загальноміських стічних вод постійно стежить власник КОС ДП «Яремчеводоканал». У розпорядженні цієї організації є сучасна лабораторія, яка регулярно, відповідно до вимог НД, виконує хімічні аналізи стічних вод на вході та на виході КОС.

Наявні очисні споруди міста були збудовані у 1959 році для обслуговування корпусів санаторію «Прикарпатський», а в 1978 році реконструйовані і передані на обслуговування Всеукраїнського відомства комунального господарства (ВУВКГ) (рис. 1.3).



Рис. 1.3 - Сучасний вигляд очисних споруд м. Яремче (фото автора).

Однак, на даний час у спеціалізованих виданнях, Інтернет-сайтах та інших ЗМІ все частіше з'являється інформація про те, що очисні споруди міста Яремче вже не витримують навантаження від туристичних закладів [149].

З дозволу керівництва ДП «Яремчоводоканал», дисертант ознайомився із протоколами аналізів цих стічних вод за період 2017-2019 рр. У табл. 1.7 наведено усереднені значення основних гідрохімічних показників згаданих вод за цей період.

Таблиця 1.7

Гідрохімічні показники стічних вод, які скидаються у р. Прут після очищення на КОС ДП «Яремчоводоканал» (усереднено за протоколами 2017-2019 рр.)

№ з/п	Показник	Розмірність	Роки			ГДК (для рибогосп. кор.)
			2017	2018	2019	
1	2	3	4	5	6	7
1	Амоній – іон (NH_4^+)	мг/дм ³	1,92	1,93	1,88	2,5
2	Нітрити (NO_2^-)	мг/дм ³	0,11	0,13	0,12	0,7
3	Нітрати (NO_3^-)	мг/дм ³	4,76	4,36	4,21	40
4	Хлориди (Cl^-)	мг/дм ³	24,4	28,9	24,9	300
5	Сульфати (SO_4^{2-})	мг/дм ³	27,9	29,4	28,6	100

продовження табл. 1.7

1	2	3	4	5	6	7
6	Фосфати (PO_4^{3-})	мг/дм ³	0,14	0,16	0,19	0,15
7	Сухий залишок	мг/дм ³	206	221	168	не норм.
8	Завислі речовини	мг/дм ³	12,6	13,3	12,6	15
9	Нафтопродукти	мг/дм ³	0,04	0,01	0,02	0,05
10	Синт. поверхн.-акт. речовини (СПАР)	мг/дм ³	0,18	0,17	0,14	0,2
11	Хімічне споживання кисню (ХСК)	мгО/дм ³	23,4	22,3	23,6	15,0
12	Біохімічне спожив. кисню (БСК5)	мгО/дм ³	9,9	9,3	9,6	3,0

Як видно з таблиці 1.7, більшість фізико-хімічних показників стічних вод м. Яремче після очищення їх на КОС ДП «Яремчеводоканал» мають допустимі значення. Винятком є вміст фосфатів та значення споживання кисню (ХСК і БСК5). На найближчі роки планується повна реконструкція окремих приміщень та апаратів КОС м. Яремче.

Таким чином, можна вважати, що якість очищення стічних вод на КОС «Яремчеводоканал» є достатньою. Винятком є окремі випадки перевищення вмісту фосфатів та ХСК. Керівництво підприємства активно працює над вирішенням цієї проблеми.

1.7. Екологічні дослідження р. Прут у межах Карпатського національного природного парку

1.7.1. Загальна характеристика парку

Карпатський національний природний парк (КНПП) – перший і один з найбільших в Україні національних природних парків [118]. Він був створений постановою Ради Міністрів УРСР від 3 червня 1980 р. № 376 [19].

Частина нинішньої території парку з 1968 по 1980 рік була у складі Карпатського державного заповідника, від якого при створенні парку були відокремлені Говерлянське і Високогірне лісництва (рис. 1.4; [10]).

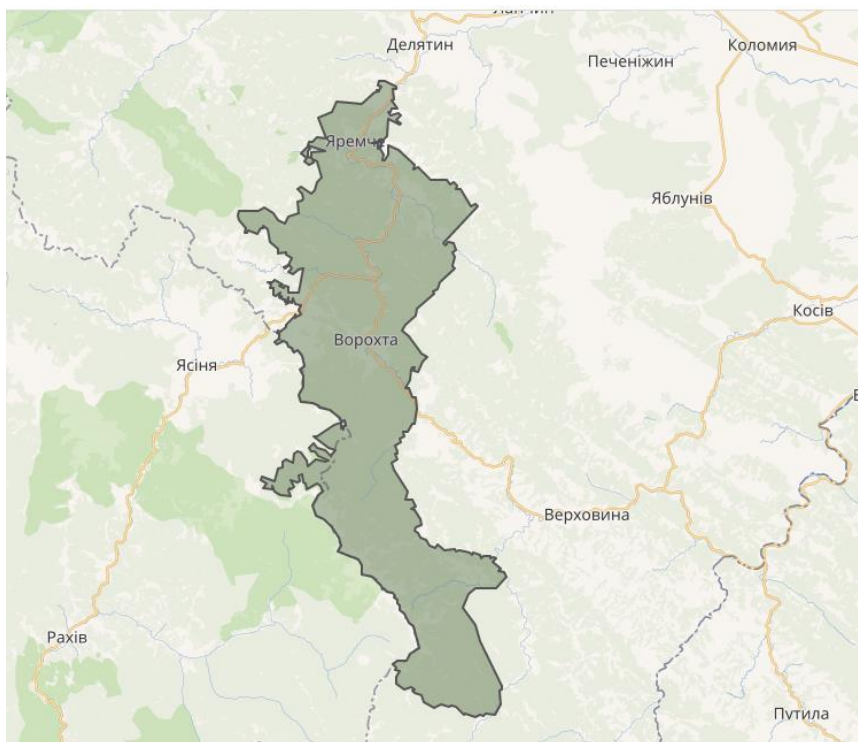


Рис. 1.4 - Географічне розташування КНПП [10]

Тут розташовані гірські масиви Чорногора і Малі Горгани, унікальні карпатські праліси і льодовикові водойми, обсерваторія «Білий Слон» на горі Піп Іван та чимало інших природних і антропогенних пам'яток. Основним місцем паломництва туристів є, звичайно, гора Говерла.

У КНПП розвивають мережу туристичних шляхів, яка вже сягає 140 кілометрів, щоб мандрівник міг безпечно та пізнавально, не зашкодивши місцевій флорі та фауні, провести тут час. На таких маршрутах регулярно збираються численні туристичні групи. Навіть за дотримання усіх вимог поведінки людей у природних екосистемах, неможливо уникнути створення цими групами значних кількостей відходів та сміття. Усе це змивається у потічки, які переносять згаданий матеріал у річки (в т.ч. і у р. Прут), тому не можна не враховувати екологічну ситуації у КНПП під час оцінювання антропогенного впливу на екологічний стан цієї річки [64].

На території КНПП проводились різноманітні екологічні дослідження [63]. Попередні дослідження деяких екосистем на території КНПП вказують на необхідність детального вивчення їх стану з метою оцінки та прогнозування. На значній площі мали місце усілякі форми антропогенного впливу, внаслідок чого

сталися суттєві трансформації в структурі рослинного покриву. На пологих схилах вирубувалось або випалювалось криволісся гірської сосни та зеленої вільхи, що призвело до зниження на 100–200 і більше метрів межі смерекових лісів на схилах гір Говерла, Брескул, Пожижевська, Маришевська [19].

Знищення захисних лісонасаджень у високогір'ї стало причиною частішого сходження снігових лавин, розвитку ерозійних та зсувних процесів, що дуже активно впливало на водний режим та екологічний стан річки Прут. Після встановлення на цих територіях заповідного режиму природне відновлення верхньої межі смерекових лісів сталося досить швидко [12].

За допомогою математичного моделювання автором [9] показано, що допустиме число відвідувачів на лінійних маршрутах може без шкоди для навколишнього середовища значно перевищувати ту кількість, яку отримуємо, якщо розраховувати за існуючими нормами всю площу об'єкту.

Загалом, рекреаційно-ресурсний потенціал Говерлянського лісництва представлений і іншими природними об'єктами (табл. 1.8; [19]).

Таблиця 1.8

Рекреаційно-ресурсний потенціал Говерлянського лісництва [19]

№ п/п	Назва об'єкту	Площа, га	Функціональна зона
1.	Ґрунтова дорога (від КПП до с/б «Заросляк»)	4,5	Господарська
2.	Урочище «Бабина Яма»	3,2	Регульованої та стаціонарної рекреації
3.	Зона відпочинку «Тирлич»	1,0	Стаціонарної рекреації
4.	Форельне господарство	1,8	Смт. Ворохта
5.	Географічний стаціонар ЛНУ ім.І.Франка	0,9	Господарська
6.	Урочище «Припір»	0,4	Регульованої рекреації
7.	Спортивна база «Заросляк»	4,0	Смт. Ворохта
Загалом:		16,3	

Таким чином, КНПП є активно діючим туристично-рекреаційним об'єктом. Однак саме його привабливість для туристів призводить до погіршення екологічної ситуації в парку, а також і у р. Прут, що протікає по його території.

1.7.2. Моніторингові спостереження гідрохімічного стану річки Прут у межах КНПП

У 1980-х роках на території КНПП відповідними організаціями (управління парку, обласна екоінспекція) закладено стаціонарну мережу гідрохімічних спостережень для імпактного моніторингу, яка діє і досі (рис. 1.5; [54]).

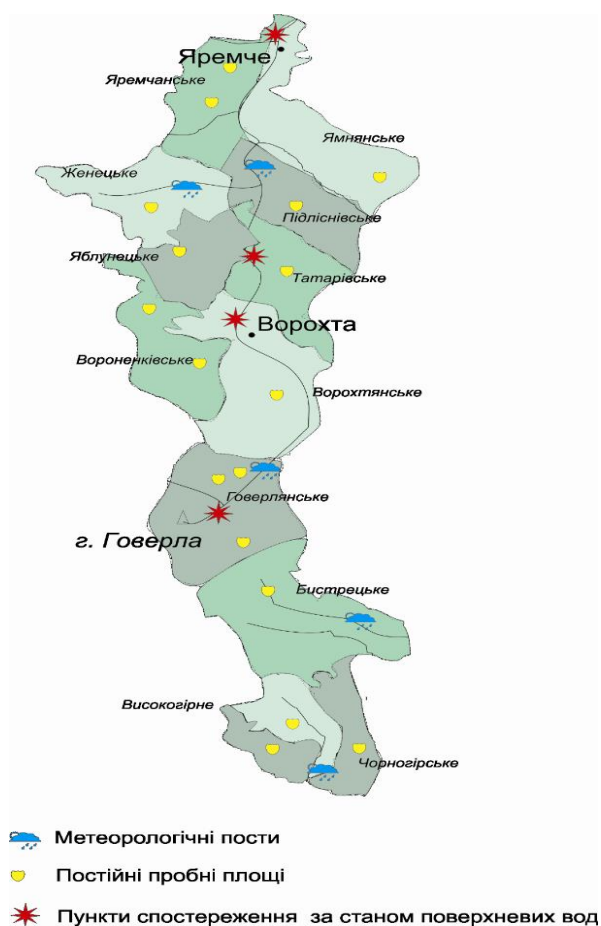


Рис. 1.5 - Мережа моніторингових досліджень за станом навколишнього середовища (імпактний моніторинг) на території КНПП [54]

У кожному пункті намічено два створи: один створ вище можливого джерела забруднення (для характеристики фоновому стану об'єкту відносно даного пункту) і один створ нижче джерела забруднення.

Працівниками згаданих постів спостереження вивчався санітарно-хімічний стан води в р. Прут в основні гідрологічні фази. Враховуючи лабораторне забезпечення цих метеорологічних постів, вимірювались лише окремі властивості проб води з р. Прут, які можна легко виміряти в польових умовах або з мінімальним набором реактивів. Зазвичай, визначались показники кислотності, загальної мінералізації та вміст сполук групи азоту (іон амонію, нітриту, нітрата). Ці дані, взяті з протоколів досліджень проб води відповідними гідропостами, зображені на рис. 1.6.

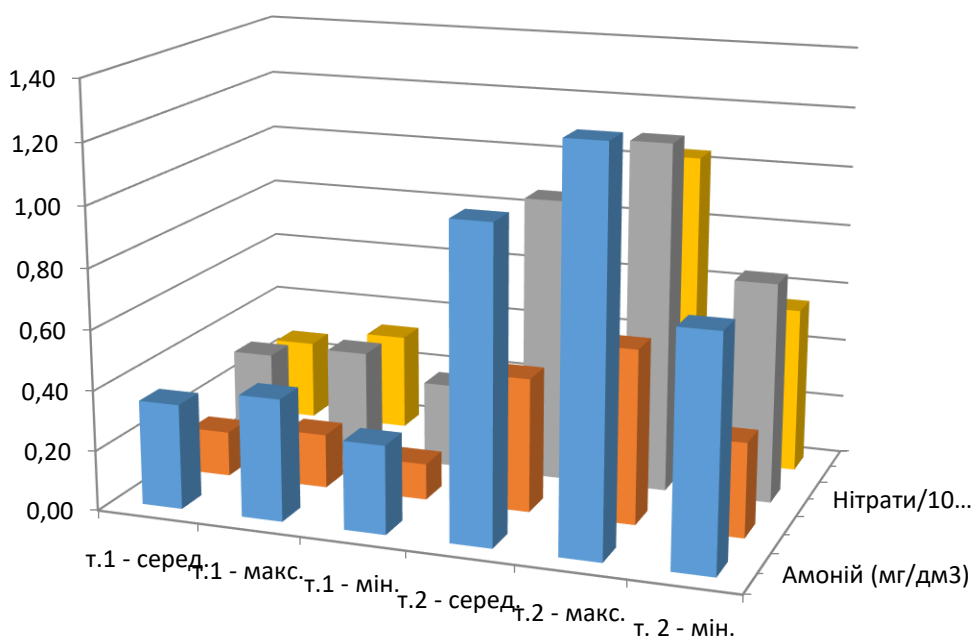


Рис. 1.6 - Результати визначення вмісту азотистих іонів у воді р. Прут (дані з протоколів гідропостів №1 та №2 КНПП).

Практично всі досліджені показники знаходяться в допустимих межах. Проте чітко спостерігається збільшення показника загальної мінералізації в створах нижче скидів стічних вод, у порівнянні з фоновими створами. Аналогічна картина спостерігається і з групою азоту.

Отже, моніторинг гідрохімічних показників р. Прут на території КНПП ведеться давно та інтенсивно. Поки що помітного погіршення ситуації не спостерігається, але окремі гідрохімічні показники води р. Прут наближаються до критичних значень.

1.7.3. рН атмосферних опадів і ґрунтів

Окрім гідрохімічного дослідження проб річкової води, працівники згаданих гідропостів на території КНПП проводили дослідження хімічного складу атмосферних опадів. Проби атмосферних опадів відбирались у вигляді дощу та снігу на метеопостах в Підліснівському, Женецькому, Говерляньському, Високогірному, Чорногірському лісництвах та поблизу центрального офісу КНПП (м. Яремче).

Величина рН практично в усіх пробах знаходилась в межах 5,0 - 7,1 одиниць. При значенні $\text{pH} < 5,6$ опади вважаються кислими. Хоча на території парку опади формуються в умовах відносно чистих від антропогенних забруднень, помітна тенденція до їх закислення.

Додатково до хімічних аналізів води безпосередньо з річки, проб атмосферних опадів на територіях її водозбору, багатьма дослідниками [70, 95, 114 та ін.] вивчався вплив на її склад фізико-хімічних властивостей ґрунтів і гірських порід, з яких складаються її береги. Адже відомо, що ґрунтові води – це результат скупчування атмосферних опадів, конденсату ґрунту в водопроникних породах, небезпечне і досить часте явище в природі [11].

Зокрема, показано, що у Карпатах велика кількість опадів зумовлює в ґрунтах сильноокислу реакцію (рН водної витяжки становить 4,8-4,6 і навіть нижче). Такі ґрунти класифікують як буроземи кислі [119].

Таким чином, гідрохімічні показники атмосферних опадів є важливим чинником формування складу води у річці Прут, тому що вони формують значну частину складу та властивостей цієї води.

1.8. Інші чинники антропогенного впливу на р. Прут

Окрім описаних вище антропогенних чинників впливу на якість води в річці Прут, неможливо не згадати ще декілька важливих моментів.

В останні десятиріччя на берегах Прута в околицях міста Яремче і у самому місті різко збільшились обсяги будівельних робіт - це і реконструкція вже існуючого житлового фонду, і побудова нового житла. Мова йде не тільки про зведення цілих котеджних містечок у мальовничих куточках на берегах цієї гірської річки, а й сучасних висотних житлових будинків, торгівельно-розважальних комплексів тощо [41].

Привабливі умови для відпочинку у цьому регіоні стимулюють розвиток рекреаційних закладів. Чимало санаторіїв та будинків відпочинку, зведених протягом минулих десятиліть, проходять капітальну реконструкцію відповідно до вимог сучасного суспільства; будується чимало нових аналогічних будівель. Окрім того, йдучи назустріч вимогам значної частини відпочивальників, багато хто із місцевих жителів переобладнують свої приватні будинки під мініготелі чи кафе.

Під час усіх цих будівельних робіт утворюється значна кількість будівельних відходів. Це пилові та димові викиди в атмосферу; скиди неочищених вод після приготування будівельних розчинів, промивання будівельного обладнання; великі обсяги відпрацьованих твердих будівельних матеріалів – бита цегла чи бетон, залишки цементних чи вапняних розчинів, ґрунт із котлованів під фундамент та ін. На жаль, не всі ці відходи негайно видаляються з будмайданчиків, і тому атмосферні опади змивають їх у річку.

Ще однією важливою екологічною проблемою річки Прут в околицях Яремче є інтенсифікація автомобільного трафіку. Із зростанням добробуту населення дуже помітно посилився потік приватного автотранспорту у цей мальовничий куточок Прикарпаття. Не менш потужно зростає рух туристичних автобусів. Така інтенсифікація автомобільного трафіку призводить до збільшення викидів вихлопних газів, які, у свою чергу, можуть осідати не тільки на придорожній ґрунт, а й безпосередньо у річку. Внаслідок взаємодії цих газів,

основою яких є кислотні оксиди (Карбону та Нітрогену), з річковою водою, її екологічний стан різко погіршується [93].

Окрім того, разом з посиленням автомобільного руху на берегах Прута автоматичного зростає кількість прибережних автозаправок (АЗС), станцій технічного обслуговування (СТО), автомийок, закладів швидкого харчування тощо. Це також неминуче призводить до утворення значної кількості відходів: різного виду сміття, газоподібних та рідких нафтопродуктів, миючих засобів, біогенних сполук у місцевій каналізації, залишках їжі тощо. На жаль, більшість перелічених вище поллютантів тим чи іншим шляхом потрапляють у р. Прут.

І ще один важливий аспект антропогенного впливу на річку. На жаль, швидкий розвиток населених пунктів та рекреаційної мережі випереджає спорудження стаціонарних полігонів твердих побутових відходів (ТПВ). Як наслідок, дуже часто на околицях сіл або навіть у лісовому масиві виникають стихійні сміттєзвалища. Про це чимало ведеться розмов у ЗМІ, висловлюються різноманітні пропозиції що виходу із ситуації, проте ці звалища досі існують і навіть розширюються [36, 116].

Такі сміттєзвалища негативно впливають на все довкілля. Окрім того, що вони псують естетичний вигляд туристичних об'єктів, вони несуть пряму загрозу здоров'ю населення. Не кажучи вже про дуже неприємний запах біля таких звалищ, випари з них досить часто містять небезпечні хімічні речовини; стоки з таких звалищ буквально переповнені отруйними поллютантами, нафтопродуктами, важкими металами тощо. І, звичайно, значна частина цих стоків неминуче потрапляє у р. Прут.

1.9. Екологічна оцінка якості води річки Прут

До теперішнього часу практично не запропонована цілісна система, яка може забезпечити інформаційно-аналітичну базу природоохоронної діяльності для відповідних контрольних екологічних служб з метою забезпечення екологічної безпеки і раціонального використання водних ресурсів [104].

Авторами [127] в якості екологічної оцінки стану водної екосистеми обрано системний принцип розвитку водної системи та концепція критичних навантажень, які взаємопов'язані між собою. Системний підхід передбачає підтримання гомеостатичності водних екосистем за рахунок здійснення екосистемного моніторингу (спостереження за станом екосистем за довгостроковий період, контроль його динаміки, прогнозування їх змін, управління і оптимізація стану) [48].

У 90-х роках для оцінювання екологічного стану водного об'єкту використовували одночасно декілька методик, зібраних у одному НД [71]:

- а) за питомим комбінаторним індексом забрудненості $\bar{S}_j$;
- б) за екологічним індексом якості води $I_{\text{сер}}$;
- в) за індексом забруднення води (ІЗВ).

Екологічний моніторинг водних екосистем р. Прут за цими трьома методиками дав змогу оцінити вплив природних та антропогенних чинників за довготривалий період на якість води у річці протягом усього водозбірного басейну (табл. 1.9; [139]).

Таблиця 1.9

Порівняння різних методик оцінювання якості поверхневих вод
на прикладі верхів'я р. Прут [139]

Створ	Період досліджень (роки)	Класифікація якості води р. Прут								
		за питомим комбінаторним індексом забрудненості $\bar{S}_j$			за екологічним індексом якості води $I_{\text{сер}}$			за індексом забрудненості води (ІЗВ)		
		$\bar{S}_j$	Клас і розряд якості води	Ступінь забрудненості води	Екологічний індекс ($I_{\text{сер}}$)	Клас якості води	Характеристика якості	ІЗВ	Клас якості води	Характеристика якості
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,5 км вище м. Коломия	1984-1995	3,83	3б	Дз	3,18	II (3)	ДДч	1,22	III	Пз
	1997-2005	3,85	3б	Дз	2,98	II (3)	ДДч	1,02	III	Пз
0,5 км нижче м. Коломия	1984-1995	4,48	4а	Б	3,2	II (3)	ДДч	1,42	III	Пз
	1997-2005	4,01	4а	Б	2,82	II (3)	ДДч	1,17	III	Пз

продовження табл. 1.9.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,5 км вище м. Яремче	1986- 1995	4,13	4а	Б	2,84	II (3)	ДДч	1,59	III	Пз
	1996- 2005	4,21	4а	Б	2,59	II (3)	ДДч	1,96	III	Пз
в межах м. Яремче	1982- 1995	3,94	3б	Дз	2,73	II (3)	ДДч	1,37	III	Пз
	1996- 2005	4,81	4а	Б	2,94	II (3)	ДДч	2,31	III	Пз

Умовні позначення: Б – Брудна вода; Дз – дуже забруднена; ДДч – добрі, досить чисті води; Пз – помірно- забруднена; З – забруднена.

При розрахунках використовувались рибогосподарські значення ГДК.

З табл. 1.9 видно, що найбільш «жорсткою» з наведених є методика з використанням комбінаторного індексу забрудненості ($\bar{S}_j$); за екологічний індексом ($I_{\text{сер}}$) якість води найкраща. Велика різниця в оцінках якості свідчить про недосконалість сучасних методів оцінювання якості вод та про необхідність подальших досліджень в напрямку створення повної і збалансованої комплексної методики, яка б враховувала недоліки інших методик.

Цілісне уявлення щодо екологічної ситуації та стану водних екосистем, впливу природних і техногенних факторів, можливо отримати із використанням геоінформаційних технологій. Автор [148] розробив геоінформаційну систему «Техногенне навантаження на басейн річки Прут», яка дозволяє не тільки будувати окремі тематичні карти (рис. 1.7), але й здійснювати математичні розрахунки, детально аналізувати гідрохімічні, гідрологічні дані, проводити екологічне моделювання.

Враховуючи наведене вище, автори [22, 86] вважають, що при проведенні оцінки якості води гідроекосистем необхідно керуватись критеріями, які охоплюють наступні положення:

- застосування комплексного підходу до вирішення даної проблеми;
- визначення динаміки змін лімітуючих полютантів у просторі і часі.

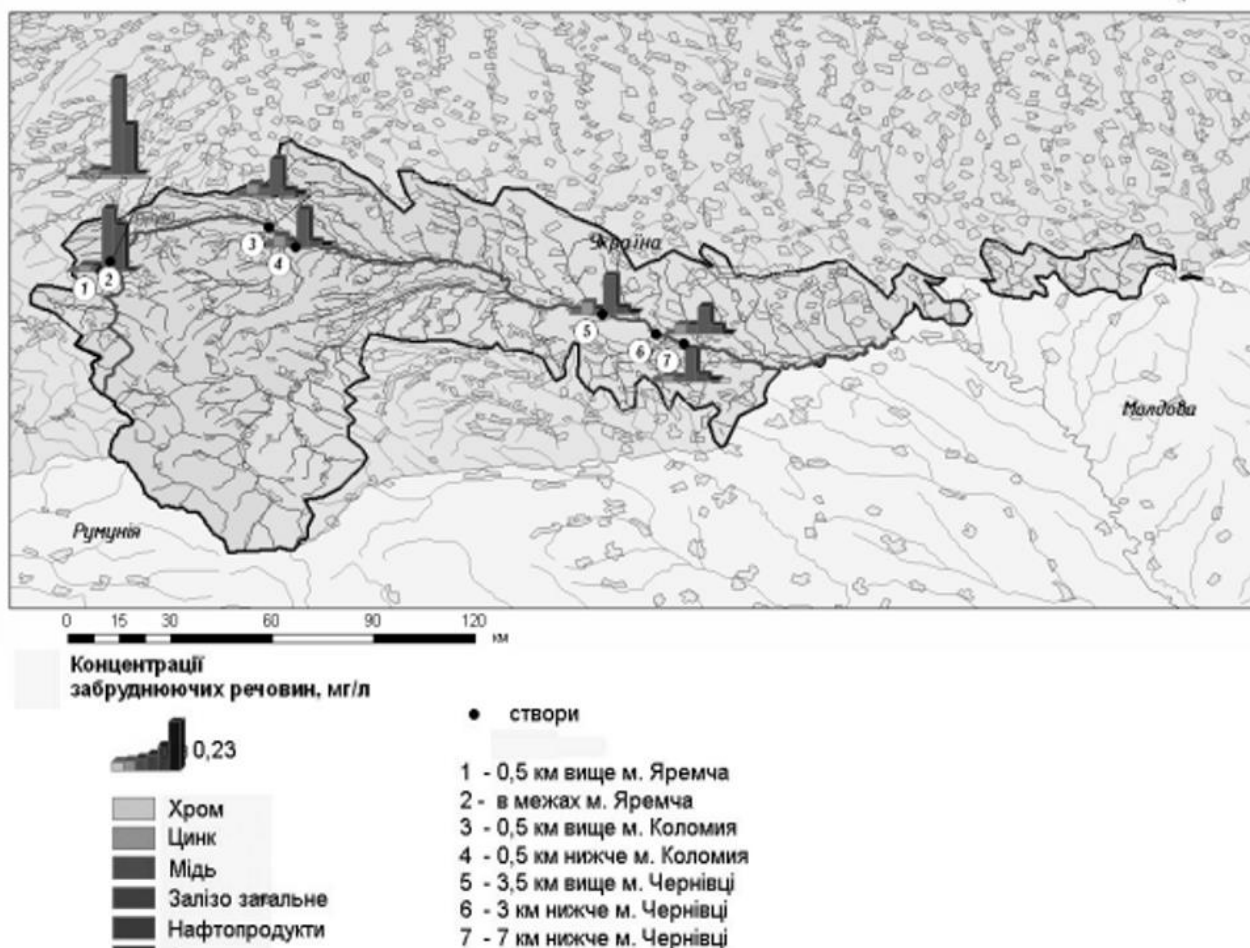


Рис. 1.7 - Тематична карта «Концентрації забруднюючих речовин у р. Прут по створах в 2005 році» [139]

Згідно досліджень авторів [119, 120], забруднення річок у басейні верхнього Пруту відбувається внаслідок скидання зворотних вод з очисних споруд міст Яремче, Коломия, Снятин (табл. 1.10). Очисні споруди в населених пунктах Ворохта, Делятин, Косів, Заболотів, Товмачик (Івано-Франківська область) знаходяться в незадовільному стані і зворотні води без достатнього очищення скидаються у водні об'єкти.

Окрім того, у періоди меженного стоку (зимова, літня та осіння межені) кисневий режим в річках басейну стає незадовільним. Погіршення кисневого режиму спостерігається на ділянках після скидання зворотних вод у річку [119].

Таблиця 1.10

Оцінка якості води річки Прут на основі Індексу забруднення вод (ІЗВ)
(за даними 2005-2012 рр.) [119]

Пункт відбору проб води	ІЗВ	Клас якості	Оцінка якості води
м. Яремче	0,54	2	чиста
с-ще Делятин	0,55	2	чиста
м. Коломия	0,44	2	чиста
с. Неполоківці, межа Ів.-Франк. та Чернів. обл.	0,72	2	чиста

Отже, за числовими значеннями екологічних індексів, розрахованих за різними методиками, якість води у р. Прут можна віднести до різних класів, але переважає оцінка «чиста».

Висновки до розділу 1

1. Регіон дисертаційного дослідження – передгірська частина Івано-Франківської області – є складною системою гірських структур, створеною багаторічними природними процесами. За температурним режимом, кількістю опадів тощо її клімат можна оцінити як помірно континентальний.

2. Місто Яремче та його околиці є частиною Прикарпатського передгір'я, яке межує з високогірними районами. Йому притаманні усі перелічені вище фізико-географічні особливості, кліматичний та водний режим.

3. Річкова мережа Прута є сильно розгалуженою, з великою кількістю приток. У басейні річки присутні різноманітні гідрохімічні типи водозборів, які безпосередньо впливають на склад річкової води.

4. На території досліджень закладена сітка стаціонарів щодо вивчення різноманітних природних компонентів. Серед них одне з чільних місць посідає контроль за гідрохімічними параметрами як самої річки, так і пов'язаних з нею об'єктів.

5. Протягом багатьох років проводяться польові та лабораторні роботи щодо аналізу проб води з річки Прут, вибіркові дослідження складу донних

відкладень, оцінювання впливу на екологічний стан річки обсягів забору чистої води та скидів зворотних вод населених пунктів та інших об'єктів.

6. Встановлено, що за останні роки якість води у верхів'ї Прута суттєво погіршилась. Зросли як кількість у ній політантів неорганічного походження (особливо сполук азоту і фосфору), так і біологічне забруднення стоками населених пунктів та рекреаційних об'єктів.

7. Окреме місце у літературному огляді відведено діяльності Карпатського національного природного парку (КНПП), по території якого протікає р. Прут. Проаналізовано рекреаційне навантаження на парк, роботу метеорологічних постів на його території, які займаються вивченням гідрохімічних параметрів як самої річки, так і атмосферних опадів, ґрунтових вод тощо.

8. Результати екологічного оцінювання якості води р. Прут за різними методиками, здійснені декількома дослідниками, суттєво відрізняються між собою. Вони характеризують екологічний стан води від «брудна» до «добра» або й «чиста». Цей факт вказує на необхідність та актуальність подальшого детального вивчення стану річки та вдосконалення методології оцінювання екологічного стану річкової води.

9. Виділено основні чинники впливу на якість води р. Прут у м. Яремче та його околицях. Це, у першу чергу, збільшення кількості та розмірів прибережних населених пунктів та ефективність роботи їх каналізаційних очисних споруд, зростання інтенсивності будівельних робіт, туристичного та автомобільного руху.

10. Визначено найбільш надійні і відносно прості у застосуванні індикатори забруднення річкової води на дослідженій ділянці. Серед них можна виділити вміст біогенних політантів та величину споживання кисню, однак для цілісної оцінки екологічної якості води у р. Прут необхідно комплексно враховувати усі перелічені вище чинники антропогенного впливу.

Результати досліджень відображені у публікаціях [26, 27, 28, 34, 36].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РОБІТ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ

2.1. Відбір та попередня підготовка проб води з річки

2.1.1. Процедури відбору проб води на місцевості

Виділяють головні принципи, яких слід дотримуватися під час відбирання проб із водних об'єктів [58]:

- відбір проб повинен проводитися з урахуванням специфіки водного об'єкта (морфологія, гідрологія і т.п.) та специфіки контрольованих речовин (розчинена, зважена, колоїдна, плівкова, «жива»);

- у процесі відбирання, попередньої обробки, зберігання і транспортування проби не повинно відбуватися істотних змін хімічного складу і властивостей води, тобто відбирання проб, їх транспортування, зберігання та подальшу обробку необхідно виконувати так, щоб запобігти зміні вмісту компонентів, що будуть визначатися, і властивостей води;

- об'єм проби води має бути достатнім для виконання всіх запланованих досліджень. Залежно від мети досліджень та кількості визначальних компонентів він може коливається від 1 до 20 дм³.

Змішані проби характеризують середній хімічний склад води певного об'єкта у просторі або за певний інтервал часу. У випадку, якщо різні місця відбирання проб є рівноцінними з погляду формування хімічного складу води, то пробу отримують змішуванням однакових об'ємів простих проб.

У випадку, коли зазначені умови не виконуються, то готують так звану середню пропорційну пробу шляхом змішування різних об'ємів простих проб з урахуванням різних концентрацій компонента, що буде визначатися, у простих пробах, що змішуються [58].

Відбирання проб води може бути одноразовим (нерегулярним) або серійним (регулярним). Одноразове відбирання застосовують в основному під час аналізу глибинних підземних вод, хімічний склад яких досить стабільний у

часі, просторі та за глибиною. Одноразове відбирання використовують також для періодичного контролю якості поверхневих вод, для яких раніше були встановлені закономірності зміни концентрацій компонентів, що визначаються.

2.1.2. Місце та посуд для відбирання проб води

Місце відбору проби води обирають відповідно до мети аналізу та з урахуванням характеру місцевості. Для запобігання впливу випадкових чинників особливу увагу треба звертати на притоки річки та джерела забруднення, які розміщені вище за течією від місця відбирання проби [52].

За винятком спеціальних спостережень, не потрібно відбирати проби води для хімічного аналізу у пунктах:

- які знаходяться під безпосереднім впливом приток;
- поблизу населених пунктів, з яких відводяться стічні води, або їх береги забруднені відходами;
- біля підприємств, які забруднюють воду відходами виробництва, поблизу приплав, банно-пральних комбінатів тощо;
- у місцях слабого водообміну (мілководдя, затоки, рукави, біля самого берега) [52].

Для відбору проб найпридатнішими є поліетиленові посудини та скляні посудини з безбарвного, прозорого та хімічно стійкого скла. Для визначення вмісту органічних сполук пробу води бажано відбирати у скляну посудину. Для визначення запаху проби потрібно відбирати тільки у скляну посудину з тефлоновою кришкою.

Під час визначення вмісту розчинених у воді газів важливою є герметичність посудини. Рекомендують використовувати спеціальні склянки, закриті так, щоб концентрація розчинених газів не могла істотно змінитися протягом двох діб.

Для знежирення посудин застосовують синтетичні мийні засоби, залишки яких видаляють, промиваючи звичайною водою, після чого склянки споліскують дистильованою водою і за потреби висушують.

Перед відбиранням проби посудину попередньо кілька разів споліскують досліджуваною водою, а потім заповнюють її так, щоб під пробкою або кришкою не залишалося бульбашок повітря [52].

Як пробовідбірники для відбору проб води з потоків невеликої швидкості (до 1,5 м/с) або непроточних водойм можна використати пластикове відро або аналогічну нержавіючу посуду на жердині (з берега, містка, човна тощо), а потім переливати у пластикові чи скляні пляшки.

2.1.3. Відбирання проб води з річок і струмків

Проби води відбирають у місцях найшвидшої течії – фарватері, якщо не поставлене якесь особливе завдання. Не слід відбирати проби зі стоячої води перед греблею або зразу за нею та у глухих рукавах. Проби відбирають на глибині 20 – 30 см від поверхні води. З великих річок проби відбирають на певних розрізах по акваторії і глибинах залежно від цілей аналізу [52].

Проби відбирають одночасно, або серійно, прості або змішані. Якщо є необхідність відібрати пробу в місці надходження до річки стічних вод, то здійснюють це там, де стічні води повністю змішуються з річковою водою. Але при цьому потрібно враховувати, що річкова вода і стічні води мають різну щільність, тому процес змішування може проходити досить повільно. Як правило, процес змішування вод відбувається на відстані від сотень метрів до кількох кілометрів. У свою чергу місце відбору проб не повинно бути дуже віддаленим від місця потрапляння у річку забруднених вод.

Періодичність відбору проб залежить від фізико-географічних особливостей водного об'єкта та його антропогенного навантаження. Виходячи з комплексу різноманітних чинників, які впливають на формування хімічного складу поверхневих вод України, пункти та частоту гідрохімічних спостережень поділено на чотири категорії (табл. 2.1; [50, 58]).

Таблиця 2.1

Програми гідрохімічних спостережень на водних об'єктах України [58]

Терміни відбирання проб і кількість пунктів спостережень	Категорія пункту			
	перша (ПС-1)	друга (ПС-2)	третя (ПС-3)	четверта (ПС-4)
1	2	3	4	5
Щоденно	Програми А, В, С, D, E, F, Y, S			
Щодекадно		Програми А, С, D, E, F, Y, S		
Щомісячно			Програми А, В, С, D, E, Y	
В основні гідрологічні фази				Програми А, В, С, D, E, Y

Примітка. А – температура, водневий показник (рН), розчинений кисень (O_2), процент насичення киснем ($\% O_2$), біохімічне споживання кисню (БСК5), завислі речовини, швидкість потоку, рівень води; В – сірководень (H_2S); С – кольоровість, прозорість, запах, діоксид вуглецю (CO_2), твердість, кальцій (Ca^{2+}), магній (Mg^{2+}), натрій (Na^+), калій (K^+), гідрокарбонати (HCO_3^-), сульфати (SO_4^{2-}), хлориди (Cl^-), фосфати (PO_4^{3-}), фосфор загальний ($P_{заг}$), кремній (Si), мінералізація; D – азот нітратний (NO_3^-), азот нітритний (NO_2^-), азот амонійний (NH_4^+); E – хімічне споживання кисню (ХСК), феноли, нафтопродукти, аніонсинтетичні поверхнево активні речовини (АСПАР), хром-6 (Cr(VI)); F – хлорорганічні пестициди (ХОП): α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДЕ, ГХБ, трифлуралін; Y – марганець (Mn^{2+}), залізо загальне ($Fe_{заг}$), мідь (Cu^{2+}), цинк (Zn^{2+}); S – перманганатна окиснюваність (ПО).

2.1.4. Консервування, транспортування та зберігання проб води

Консервування проб води має на меті зберегти їх фізичні властивості та хімічний склад такими, якими вони були в момент відбирання. Консервування проводять у тих випадках, коли аналіз неможливо виконати безпосередньо на місці відбирання проби.

Консервування проб води не може повністю і тривалий час запобігати зміні їхнього хімічного складу через перебіг різноманітних фізико-хімічних і біологічних процесів, тому визначати фізичні властивості та хімічний склад

законсервованих проб бажано наступного дня, але не пізніше ніж через три дні після відбирання проб води.

Універсального методу консервування поверхневих вод суходолу немає, тому часто для визначення різних компонентів відбирають окремі проби води і по-різному їх консервують. Найпоширеніші способи консервування проб води вказано у табл. 2.2 [58].

Таблиця 2.2

Способи консервування проб води [58].

Визначувані компоненти, властивості	Консерванти, строки визначення після відбирання проб
1	2
Температура рН, Eh, CO ₂ , HCO ₃ ⁻ питома електропровідність	Не консервують, вимірюють відразу Не консервують: а) визначення виконують відразу на місці; б) посудину заповнюють водою доверху; аналізують не пізніше ніж через 1 добу
Розчинений кисень	Не консервують, фіксують додаванням необхідних реагентів (див. методику [76])
Смак, запах, кольоровість	Не консервують. Визначають не пізніше, ніж через 2–3 години
Каламутність, прозорість, завислі речовини	а) не консервують, визначають не пізніше ніж через 1 добу; б) додають 1–2 см ³ хлороформу до 1 дм ³ води
Органічні сполуки	Не консервують. Визначають якомога швидше після відбирання проби
Біохімічне споживання кисню (БСК)	Не консервують. Пробу можна зберігати не більш ніж 1 добу за 3 – 4 °С
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , F ⁻	Не консервують. Бажано зберігати не більше ніж 3 доби
Хімічне споживання кисню (ХСК), NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , Zn ²⁺	1 см ³ концентрованої сірчаної кислоти на 1 дм ³ води
Mn ²⁺ , Cu ²⁺ , Ni ²⁺ , Cd ²⁺ , Pb ²⁺ , Cr(III), Cr(VI)	1-2 см ³ концентрованої азотної кислоти на 1 дм ³ води
Кольоровість, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , АСПАР	2–4 см ³ хлороформу на 1 дм ³ води
Залізо	Загальний вміст заліза: додають 20 см ³ концентрованої азотної кислоти до 1 дм ³ проби води

2.1.5. Послідовність у роботі біля водного об'єкту

Для кожної проби має бути етикетка та супроводжувальна документація. Для уникнення порушень порядку ведення Державного водного кадастру потрібно належним чином оформлювати етикетку та супроводжувальну документацію. Зокрема, пункти відбору проб води повинні бути вказані згідно з Програмою спостережень, затвердженою на поточний рік [58].

Супроводжувальні документи заповнювати розбірливо, у повному обсязі, без помилок та виправлень. Безпосередньо біля водного об'єкту проводяться вимірювання, результати яких заносяться у форму КГ-9. Книжка для запису результатів польових хімічних аналізів води [58]:

- дата та час (година, хвилина) відбору проби;
- гідрологічні дані (рівень, швидкість, витрата води);
- температура води;
- прозорість води;
- запах;
- водневий показник (рН);
- особливі відмітки (цвітіння, неспецифічний запах і колір, наявність завислих речовин і їх характер: глина, планктон та інші).

Транспортувати і зберігати проби бажано за температури не вище 3–4 °С, завжди захищати від нагрівання та дії прямих сонячних променів. Тривалість транспортування і зберігання проб має бути якнайменшою, а їх аналіз необхідно виконувати в найкоротші терміни. Обробку проб, особливо охолоджених, виконують після доведення їхньої температури до кімнатної [52, 58].

2.2. Лабораторний хімічний аналіз проб води

Відповідно до видів, причин та ймовірних джерел забруднення річкової води, для проведення експериментальних досліджень було обрано певні методи та методики вивчення її фізико-хімічних параметрів (фактично, індикаторів забруднення).

Перелік цих видів, причин, джерел та параметрів наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Перелік видів, причин та ймовірних джерел забруднення річкової води
та фізико-хімічних параметрів, за якими це можна виявити

№ з/п	Вид забруднення	Причина забруднення	Ймовірне джерело	Параметр-індикатор
1	Природне	Потрапляння політантів у річку з довкілля	Стоки з гір, пасовищ, атмосферні опади, вірова ерозія	pH, органолептичні показники, вміст завислих речовин, загальна мінералізація, макрокомпоненти (загальна та карбонатна твердість, вміст кальцію і магнію)
2	Антропогенне	а) Збільшення кількості у воді політантів біогенної групи	Побутово комунальні стоки жилого сектору та рекреаційних об'єктів	Органолептичні показники, загальна мінералізація, вміст амонію, нітратів, нітритів, фосфатів, величина ХСК та БСК5
		б) Збільшення засміченості як русла річки, так і води	Розширення мережі туристичних об'єктів, збільшення кількості відвідувачів, стаціонарні та стихійні сміттєзвалища	Вміст завислих речовин, загальна мінералізація, вміст політантів біогенного характеру
		в) Осадження політантів на донних відкладеннях	Комунально-побутові стоки, автотранспорт, робота АЗС, СТО, автомийок	Вміст фосфатів, біогенних іонів, нафтопродуктів, важких металів
3	Стихійне	Потрапляння у річку випадкових сторонніх речовин як природного, так і антропогенного походження	Паводкові води внаслідок танення снігу чи сильних дощів	Загальна мінералізація, завислі речовини, нафтопродукти, вміст заліза та важких металів

Лабораторне вивчення гідрохімічних параметрів відібраних проб води виконувалось згідно загальноприйнятих НД і методик, із використанням засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), перелік яких вказано у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Перелік методів, НД та ЗВТ, які використані для лабораторного вивчення гідрохімічних показників проб води з р. Прут

Назва показника	Метод дослідження	Нормативний документ	ЗВТ
1	2	3	4
Відбір проб			
Відбір проб, температура	Інструментальний	ДСТУ ISO 5667-6 [^] 2009 [52] Інструкція з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу гідрометеорологічними станціями і постами [58]	Мірний посуд, термометри лабораторні
Органолептичні показники			
Колір, прозорість, запах	Органолептичний	Ломницька Я.Ф., Василечко В.О., Чихрій С.І. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля [95]	-
Фізичні показники			
Завислі речовини, сухий залишок, мінеральний залишок	Гравіметричний	КНД 211.1.4.039-95 Методика гравіметричного визначення завислих (суспензованих) речовин в природних та стічних водах [78]; КНД 211.1.4.042-95 Методика гравіметричного визначення сухого залишку (розчинних речовин) в природних та стічних водах [79]	Ваги аналітичні, термометри лабораторні, сушильна шафа
Фізико-хімічні показники			
Водневий показник, мінералізація	Потенціометричний	Згідно з інструкціями до відповідних приладів [59]	pH-метр pH-150И, солемір TDS
Хімічні показники			
Твердість загальна	Титриметричний	Ломницька Я.Ф., Василечко В.О., Чихрій С.І. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля [95];	Мірний посуд
Твердість карбонатна)	Титриметричний		
Вміст хлоридів	Титриметричний		

продовження табл. 2.4.

1	2	3	4
Вміст нітритів	Фото-метричний	КНД 211.1.4.023-95 Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах [73]	Електро-фото-колориметр КФК-2
Вміст нітратів	Фото-метричний	КНД 211.1.4.027-95 Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою ... [75]	
Вміст амоній-іонів	Фото-метричний	КНД 211.1.4.030-95 Методика фотометричного визначення амоній-іонів з реактивом Неслера в стічних водах [76]	
Вміст фосфатів	Фото-метричний	КНД 211.1.4.043-95 Методика фотометричного визначення фосфатів у стічних водах [80]	
Вміст заліза (заг)	Фото-метричний	КНД 211.1.4.034-95 Методика фотометричного визначення загального заліза в поверхневих та стічних водах [77]	
Хімічне споживання кисню (ХСК)	Титрометричний	КНД 211.1.4.021 - 95 Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах [72]	Мірний посуд
Біохімічне споживання кисню (БСК)	Титрометричний	КНД 211.1.4.02-95. Методика визначення біохімічного споживання кисню після n днів (БСК $_n$) у природних і стічних водах [74]	
Вміст нафтопродуктів	Гравіметричний	МВВ N 081/12-0645-09. Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації нафтопродуктів гравіметричним методом [102]	Ваги аналітичні, мірний посуд

Для визначення повного комплексу фізико-хімічних показників відібрані проби води консервувались і доставлялись у науково-дослідну лабораторію екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (НДЛ екологічної безпеки ЛДУ БЖД). Вона має необхідний набір НД, приладів, обладнання та реактивів для виконання хімічних аналізів проб атмосфери, вод та ґрунтів і атестована у системі державного метрологічного нагляду (свідоцтво про відповідність системи керування вимірюваннями РЛ 091/217 від 30.11.2021 р.).

2.2.1. Органолептичні показники

До них належить запах та смак (для питних вод). Обидва показники визначаються органолептично по 2-бальній шкалі: відсутність запаху (смаку) – 0 балів; слабкий запах (смак) – 0,5 бала, середній – 1,0 бала; різко виражений, але переносимий – 1,5 бала; різкий, непереносимий – 2,0 бала [100].

Ці показники, а також опис загального вигляду проби (характерний колір, тип запаху, значна каламутність тощо) фіксуються, по можливості, на місці відбору проб та заносяться в акт відбору проби.

2.2.2. Визначення температури

Вимірювання температури виконується на місці відбору проб, оскільки цей параметр є важливим для оцінки низки показників якості води. У гідрохімічному плані температура впливає на вміст біогенних іонів (амонію, нітратів, нітритів тощо), оскільки швидкість їх метаболізму (окиснення-відновлення) безпосередньо залежить від температури [60].

Вимірювання температури води виконується ртутними лабораторними термометрами або електроконтактними термометрами аналогічного класу і результат (у °C) заноситься в акт відбору проб.

2.2.3. Визначення прозорості

Прозорістю називають товщину шару води (у см), через який при достатньому освітленні можна прочитати друкований текст із ВЕЛИКИХ ЛІТЕР розміром кегля 8 пт (у системі Дідо) або 8,5 пт (у системі СІ), що відповідає висоті букви 2 мм [100].

Для цього у скляний мірний циліндр діаметром 8 см та висотою 50 см, який має краник у нижній боковій частині (т. зв. «циліндр Снеллена»), доверху наливають досліджувану воду. Під дно циліндра кладуть аркуш паперу з надрукованим вищевказаними буквами текстом та пробують прочитати, дивлячись зверху циліндра.

Якщо тексту не видно через каламутність води, відкривають краник та зливають частину проби і знову пробують прочитати текст. Так повторюють доти, поки текст не стане чітко видно. Висоту стовпа води у циліндрі (у см), з якої текст стає придатним для читання, називають прозорістю «за Снелленом».

2.2.4. Визначення рН потенціометричним методом

Метод придатний для визначення вмісту іонів водню у широкому діапазоні рН від 0 до 14 і температури від 0 до 100 °С [100].

Використовують скляний електрод (трубка з пустотілою кулькою на кінці зі спеціального електродного скла з водневою функцією). В якості внутрішнього допоміжного електрода порівняння використовують хлор-срібний електрод у стандартному розчині HCl або хлоридному буферному розчині.

Гальванічний елемент складається зі скляного електрода і хлор-срібного електрода порівняння. Електроди і термометр старанно споліскують дистильованою водою, а потім витирають фільтрувальним папером. Досліджувану воду наливають у склянку, поміщають туди електроди (не торкаючись дна) і термометр та протягом 2 хв вимірюють рН. Через 3 і 5 хв повторюють виміри.

2.2.5. Визначення вмісту завислих речовин

Під цим терміном розуміють наявні у пробі води тверді нерозчинні частки, які відділяються фільтруванням. Визначають вміст цих часток гравіметрично у мг/дм³ [78].

Для цього пробу води об'ємом 1000 см³ (або меншу аліквоту, в залежності від очевидної кількості завислих часток) фільтрують через попередньо висушений при 105 °С та зважений паперовий фільтр. Після фільтрування та висушування при 105 °С фільтр знову зважують. За різницями мас фільтру та об'ємом аліквоти розраховують вміст завислих речовин $M_{зр}$ (мг/дм³) :

$$M_{зр} = (m_1 - m_0) \cdot 1000 / V_{ал} , \quad (2.1)$$

де m_1 – маса фільтру з висушеним залишком, г;

m_0 – маса чистого фільтра, г;

$V_{ал}$ – об'єм аліквоти проби, см³.

2.2.6. Визначення загального солевмісту

З цією метою використовують TDS–метри (Total Dissolved Solids – «сума розчинених речовин» або «загальний вміст розчинених твердих речовин»), які ще називають «солеміри». Принцип дії солеміра базується на залежності електропровідності розчину від кількості розчинених у воді сполук, здатних дисоціювати на іони [59].

Для того щоб визначити концентрацію солей у воді, достатньо налити її в невелику ємність і занурити електрод приладу у воду. Після цього на рідкокристалічному екрані солеміра висвітиться вміст солей у воді в міліграмах на літр (мг/дм³ або ppm).

2.2.7. Визначення сухого залишку

Для визначення вмісту сухого залишку (розчинених речовин, які залишились у пробі води після фільтрування і висушування) використовують гравіметричний метод [79].

Фарфорову чашку місткістю 150-250 см³ висушують при 105 °С та зважують. Поміщають у неї аліквоту проби води (100-150 см³) та повільно нагрівають на піщаній бані або електроплитці до отримання вологого залишку. Остаточне висушування чашки з залишком проводять у сушильній шафі при 105 °С до постійної маси. За різницею мас чашки до внесення проби та після висушування залишку, враховуючи об'єм аліквоти, визначають вміст сухого залишку проби $M_{сз}$ (мг/дм³):

$$M_{сз} = (m_1 - m_0) \cdot 1000 / V_{ал}, \quad (2.2)$$

де m_1 – маса чашки з висушеним залишком, г;

m_0 – маса пустої чашки, г;

$V_{ал}$ – об'єм аліквоти проби, см³.

2.2.8. Визначення загальної твердості води

Загальну твердість води визначають методом комплексометричного титрування, який ґрунтується на утворенні міцної сполуки трилону Б з іонами кальцію і магнію. Титрування води проводять в присутності еріохрому чорного Т у слаболужному середовищі, яке створюють аміачним буферним розчином. Зміна забарвлення індикатора еріохрому від винно-червоного до синього із зеленим відтінком свідчить про повне зв'язування у воді трилоном Б іонів кальцію і магнію [100, 101].

У конічну колбу вносять 100 см³ досліджуваної води. Потім додають 10 см³ буферного розчину, 5–7 крапель рідкого розчину індикатора (або 0,2–0,5 мг його сухої суміші з хлоридом натрію) і титрують 0,1 н. розчином трилону Б при перемішуванні до зміни забарвлення у точці еквівалентності.

Загальну твердість води $T_{\text{заг}}$ (мг-екв/дм³) розраховують за формулою :

$$T_{\text{заг}} = (V_{\text{T}} \cdot C_{\text{T}} \cdot 1000) / V_2, \quad (2.3)$$

де V_{T} – об'єм трилону Б, який пішов на титрування проби води, см³;

C_{T} – концентрація трилону Б, г-екв/дм³;

V_2 – об'єм води, взятий для визначення, см³.

2.2.9. Визначення карбонатної твердості

Карбонатною (або тимчасовою) твердістю називають вміст у воді розчинних гідрокарбонатів. За відсутності вільних гідроксильних іонів ОН⁻ (рН води менше 9,8) ця твердість дорівнює загальній лужності. В обох випадках визначають кількість мг-екв соляної кислоти (HCl), необхідну для зниження рН проби до 4,8 (перехід кольору індикатора метилового оранжевого із оранжевого у червоний) [100, 101].

У конічну колбу поміщають 100 см³ аліквоти води, додають 5 крапель розчину метилоранжу і титрують 0,1 н. розчином HCl до переходу кольору індикатора із оранжевого у червоний. Розраховують вміст гідрокарбонатів $C_{\text{Е}}(\text{HCO}_3^-)$ (мг-екв/дм³) та $C_{\text{x}}(\text{HCO}_3^-)$ (мг/дм³) за формулами:

$$C_E(\text{HCO}_3^-) = (V_1 \cdot C_1 \cdot 1000) / V_2, \quad (2.4)$$

$$C_X(\text{HCO}_3^-) = T_{\text{карб}} \cdot 61, \quad (2.5)$$

де V_1 – об'єм розчину кислоти, який пішов на титрування проби води, см^3 ;

C_1 – концентрація кислоти, г–екв/л;

V_2 – об'єм води, взятий для визначення, см^3 ;

61 – значення мольної маси еквівалента гідрокарбонат-іонів.

Якщо рН проби води становить менше 4,8, то проводити визначення карбонатної твердості нема потреби, оскільки вільних іонів HCO_3^- у такому середовищі немає ($C_E(\text{HCO}_3^-) = 0$).

2.2.10. Визначення вмісту кальцію та магнію

Метод ґрунтується на здатності іонів кальцію утворювати з трилоном Б малодисоційовану стійку (при рН 12-13) сполуку хелатного типу. Спочатку іони кальцію з речовиною-індикатором мурексидом утворюють комплекс червоного кольору, а далі їх титрують трилоном Б до появи синього забарвлення вільного індикатора [100, 101].

100 см^3 води відмірюють циліндром у конічну колбу, додають 2 см^3 1 н. розчину гідроксиду натрію і 10-15 мг сухого індикатора (мурексид у суміші з хлоридом натрію). Пробу титрують трилоном Б при перемішуванні до переходу забарвлення із червоного у фіолетове.

Вміст іонів Ca^{2+} (C_E , мг–екв/дм³, та C_X , мг/дм³) знаходять за такими формулами:

$$C_E = C_T \cdot V_T / (V_{\text{ал}} \cdot 1000) \quad (2.6)$$

$$C_X = C_E \cdot 20,04 \quad (2.7)$$

де C_T – концентрація розчину трилону Б;

V_T – об'єм розчину трилону Б, витраченого на титрування проби, см^3 ;

$V_{\text{ал}}$ – об'єм проби (аліквоти), узятий для визначення, см^3 ;

20,04 - значення мольної маси еквівалента іонів Ca^{2+} .

Вміст магнію у воді C_E (мг–екв/дм³) та C_X (мг/дм³) визначають за різницею між загальною твердістю $T_{\text{заг}}$ та кількістю Ca^{2+} :

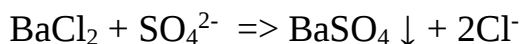
$$C_E(\text{Mg}^{2+}) = T_{\text{заг}} - C_E(\text{Ca}^{2+}), \quad (2.8)$$

$$C_x(\text{Mg}^{2+}) = C_E(\text{Mg}^{2+}) \cdot 12,15 \quad (2.9)$$

де 12,15 - значення мольної маси еквівалента іонів Mg^{2+} .

2.2.11. Визначення вмісту сульфатів

Метод ґрунтується на гравіметричному визначенні сульфатів як BaSO_4 , що утворюється при взаємодії сульфатних іонів з хлоридом барію [100]:



BaSO_4 – дрібнозернистий осад, який при малому вмісті сульфатів утворюється у вигляді суспензії, а при значному – випадає на дно склянки.

У високу склянку місткістю 250 см^3 наливають 100 см^3 проби, підігрівають на електроплитці майже до кипіння та додають 5 см^3 20%-го розчину хлориду барію. Утворену суспензію залишають для остигання і формування більш крупнозернистого осаду. Осад відфільтровують на знезоленому фільтрі, висушують, спалюють та прожарюють у попередньо зваженому тиглі у муфельній печі при 800 $^\circ\text{C}$ протягом 3-х год.

За різницею у масі тигля з прожареним осадом і пустого тигля визначають масу сульфату барію, а з нею розраховують масу сульфат-іонів та їх концентрацію у досліджуваному розчині (C_x , мг/дм^3):

$$C_x(\text{SO}_4^{2-}) = (m_1 - m_0) \cdot 1000 \cdot 0,412 / V_{\text{ал}} \quad (2.10)$$

де m_1 – маса тигля з прожареним осадом, г;

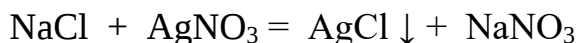
m_0 – маса пустого тигля, г;

$V_{\text{ал}}$ – об'єм аліквоти проби, см^3 ;

0,412 – коефіцієнт переводу маси солі BaSO_4 у масу самого сульфат-іону.

2.2.12. Визначення вмісту хлоридів

Метод ґрунтується на титруванні іонів хлору розчином азотнокислого срібла AgNO_3 з індикатором – хроматом калію K_2CrO_4 . Іони срібла при титруванні зв'язують хлориди в малодисоційовану сполуку AgCl , а надлишок їх вступає у реакцію з індикатором, утворюючи комплекс червоного кольору [53].



Пробу води обсягом 50-100 см³, що містить щонайменше 0,2 мг Cl, випарюють насухо в порцеляновій чашці на водяній бані. Осад розчиняють при перемішуванні скляною паличкою в 0,5 см³ розчину HNO₃, додають 2 см³ етилового спирту і 3-4 краплі індикатора. Титрують 0,005 н. розчином AgNO₃ до переходу забарвлення від жовтого до червоного.

Вміст хлоридів C_E (мг-екв/дм³) і C_x (г/дм³) знаходять за такими формулами:

$$C_E = N \cdot n \cdot 1000 / V \quad (2.11)$$

$$C_x = C_E \cdot 35,45 \quad (p2)$$

де N – нормальність розчину AgNO₃;

n – об'єм розчину AgNO₃, витраченого на титрування проби, см³;

V – об'єм проби води, взятої для визначення, см³.

35,45 - значення мольної маси еквівалента хлорид-іонів.

2.2.13. Визначення вмісту нітратів

Метод базується на взаємодії нітрат-іонів і саліцилат-іонів у сірчаноокислому середовищі з утворенням суміші 3-нітросаліцилової та 5-нітросаліцилової кислоти. Солі цих кислот у лужному середовищі мають жовте забарвлення [75].

Визначення виконують на електрофотокolorиметрії КФК-2. Світлопоглинання вимірюють при $\lambda \approx 410$ нм; використовують кювети з товщиною шару 2 см.

Пробу об'ємом 100 см³ обробляють (за необхідності), як вказано нижче. Для аналізу використовують фільтрат, об'ємом 0,5-10 см³, в залежності від концентрації нітрат-іонів у воді, але так, щоб у відібраній аліквоті було не менше 0,03 мг нітрат-іонів.

Додають 2 см³ саліцилової кислоти і випарюють у порцеляновій чашці на водяній бані насухо. Після охолодження сухий залишок перемішують з 2 см³ сірчаної кислоти і залишають на 10 хв. Потім вміст чашки розводять 10-15 см³

дистильованої води, доливають 15 см³ розчину гідроксиду натрію і сегнетової солі, кількісно переносять у 50 см³ мірну колбу. Стінки чашки обмивають дистильованою водою, додають цю рідину у колбу, яку охолоджують у воді до кімнатної температури. Дистильованою водою доводять об'єм до мітки.

Отриманий кольоровий розчин відразу фотометрують при $\lambda = 410$ нм у кюветах з товщиною шару 2 см у порівнянні з дистильованою водою. Окремо міряють поглинання холостого розчину, віднімаючи потім його значення від значення поглинання проби.

Вміст нітрат-іонів C_x (мг/дм³), обчислюють за формулою:

$$C_x = C_{гр} \cdot 50/V \quad (2.13)$$

де $C_{гр}$ – вміст нітрат-іонів, знайдений за градувальним графіком, мг;

V – об'єм досліджуваної проби, см³.

2.2.14. Визначення вмісту нітритів

Метод базується на діазотуванні сульфанілової кислоти нітритами та взаємодії одержаної солі з α – нафталаміном з утворенням червоно-фіолетового азобарвника. Перебіг реакції у значній мірі залежить від рН (рекомендоване значення 2,5-3). Світлопоглинання вимірюють зі світлофільтрами близькими до $\lambda_{max} = 520$ нм [73].

Фільтрують 200 см³ проби, яку аналізують. Якщо проба слабо забарвлена або каламутна, її прояснюють гідроксидом алюмінію та фільтрують через мембранний фільтр або фільтр «синя стрічка».

Із сухого реактиву Гріса готують 10% розчин його у 12% оцтовій кислоті. У 50 см³ мірну колбу відбирають аліквоту 2,5-25 см³ (у залежності від передбачуваного вмісту нітритів). До цієї аліквоти додають 2 см³ вищезгаданого реактиву Гріса та перемішують. Через 35-40 хв. визначають оптичну густину проби на фотоколориметрі зі світлофільтрами $\lambda = 510 - 540$ нм.

Концентрацію нітрит-іонів C_x (мг/дм³) обчислюють за формулою:

$$C_x = C_{гр} \cdot 50/V \quad (2.14)$$

де $C_{\text{гр}}$ – концентрація нітрит-іонів, що визначена за градувальним графіком, мг/дм³;

V – об'єм проби, см³.

2.2.15. Визначення вмісту фосфатів

Метод вимірювання масової концентрації розчинених ортофосфатів базується на реакції взаємодії ортофосфат-іонів з амонієм молібденово-кислим у кислому середовищі в присутності калію сурм'яновиннокислого (т. зв. «змішаний молібденовий реактив»). При цьому утворюється фосфорно-молібденова гетерополікислота, яка при додаванні відновника (аскорбінової кислоти) перетворюється в інтенсивно забарвлену синю сполуку – «молібденову синь» [80].

Піпеткою вміщують аліквоту проби у мірну колбу місткістю 50 см³, розбавляють бідистильованою водою до 40 см³. Далі піпетками додають 5 см³ розчину «змішаного молібденового реактиву» та 2,5 см³ розчину аскорбінової кислоти.

Об'єм розчину доводять до позначки бідистильованою водою, ретельно перемішують і залишають на 10-15 хвилин для розвинення забарвлення. Фотометричним методом точно через 15 хв вимірюють оптичну густину забарвленого розчину при $\lambda_{\text{max}} \approx 670$ нм (для КФК-2).

Масову концентрацію розчинених ортофосфатів C_x (мг/дм³) у вихідній пробі визначають за формулою:

$$C_x = C_{\text{гр}} \cdot 50/V, \quad (2.15)$$

де $C_{\text{гр}}$ – концентрація фосфат-іонів, що визначена за градувальним графіком, мг/дм³;

V – об'єм проби, см³.

2.2.16. Визначення вмісту заліза загального

Вміст заліза визначають фотоколориметрично з сульфосаліциловою кислотою на електрофотоколориметрі КФК-2. Визначення засноване на реакції

сульфосаліцилової кислоти з солями заліза в лужному середовищі з утворенням жовтого комплексу заліза [77].

До визначеного об'єму проби додають 2 см³ розчину хлориду амонію, 2 см³ розчину сульфосаліцилової кислоти і 2 см³ розчину аміаку; об'єм доводять дистильованою водою до мітки у мірній колбі на 50 см³ і ретельно перемішують. Через 5 хвилин вимірюють оптичну густину і від знайденої величини віднімають значення оптичної густини холостого визначення, отримане тим же способом з дистильованою водою.

Вміст заліза C_x (мг/дм³) визначають за формулою:

$$C_x = C_{гр} \cdot f \quad (2.16)$$

де $C_{гр}$ – концентрація заліза, знайденого за градувальним графіком, мг/дм³;
 f – фактор розриву (відношення об'єму проби до об'єму мірної колби).

2.2.17. Визначення вмісту іонів амонію

Метод ґрунтується на взаємодії іонів амонію з тетрайодомеркуроатом калію у лужному середовищі з утворенням коричневої нерозчинної у воді йодистої солі - основи Міллона $[Hg_2N]I \cdot H_2O$. Вона переходить у колоїдний стан, що дозволяє вимірювати світлопоглинання розчину при $\lambda = 425$ нм [76].

До 100 см³ розчину, який містить іони амонію, додають 0,5-1,0 см³ розчину сегнетової солі (або трилону Б) та 1 см³ реактиву Неслера і перемішують. Через 10 хвилин вимірюють світлопоглинання. Масову концентрацію амоній-іонів у вихідній пробі C_x (мг/дм³) визначають за формулою:

$$C_x = C_{гр} \cdot 100/V \quad (2.17)$$

де $C_{гр}$ – концентрація амоній-іонів, що визначена за градувальним графіком, мг/дм³;

V – об'єм проби, см³.

2.2.18. Визначення хімічного споживання кисню (ХСК)

Метод вимірювань ХСК ґрунтується на окисленні органічних і неорганічних речовин, що містяться у воді, калієм дихромовокислим ($K_2Cr_2O_7$) у кислому середовищі під час кип'ятіння. Для підвищення повноти окислення органічних речовин до проби додають як каталізатор сірчаноокисле срібло [72].

Частина $K_2Cr_2O_7$ відновлюється присутньою речовиною, що здатна до окислення, а залишок відтитровується розчином амоній-заліза (II) сірчаноокислого (сіль Мора). Величину ХСК розраховують за кількістю відновлюваного $K_2Cr_2O_7$; 1 моль калію дихромовокислого відповідає 1,5 моля кисню (O_2).

20,0 см³ проби (за необхідності – менший її об'єм, доведений дистильованою водою до 20 см³) поміщають у колбу зі шліфом для кип'ятіння. Додають 0,4 г сульфату ртуті (II), 0,4 г сульфату срібла, 10,0 см³ 0,0417 моль/дм³ (або 0,04 моль/дм³, відповідно, для ХСК в межах 5-50 мгО/дм³) розчину дихромату калію і 30 см³ концентрованої сірчаної кислоти.

Приєднують зворотний холодильник і рівномірно кип'ятять 2 години. Далі суміш охолоджують, від'єднують холодильник, змивають продукти реакції з холодильника у колбу 25 см³ дистильованої води. Додають у колбу ще 75 см³ дистильованої води і знову охолоджують до кімнатної температури. Потім додають 2-3 краплі розчину фероїну і титрують надлишок дихромату калію розчином солі Мора до зміни забарвлення індикатора.

Величини ХСК досліджуваної проби води (мгО/дм³) обчислюють за формулою:

$$ХСК = (V_1 - V_2) \cdot 200 / V_{ал} \quad (2.18)$$

де V_1 – об'єм титрованого розчину солі Мора, що витрачений на основний дослід, см³;

V_2 – об'єм титрованого розчину солі Мора, що витрачений на холостий дослід, см³;

$V_{ал}$ – об'єм аліквоти проби, взятий для визначення, см³.

2.2.19. Визначення біохімічного споживання кисню (БСК5)

Даний метод включає:

- нейтралізацію досліджуваної проби води та її розведення різними об'ємами води з великим вмістом розчиненого кисню;
- інкубацію проби протягом 5 днів при температурі $20 \pm 1^\circ\text{C}$ без доступу повітря та світла;
- визначення концентрації розчиненого кисню до і після інкубаційного періоду методом об'ємного йодометричного титрування [74].

Необхідне розбавлення проби орієнтовно можна розрахувати за результатами визначення ХСК біхроматним методом. Умовно приймають, що БСК становить близько 50% від ХСК (біхроматної окиснюваності).

У мірну колбу об'ємом 1 дм^3 сифоном наливають воду для розбавлення (менше половини колби), додають відміряний піпеткою об'єм досліджуваної води і доповнюють першою водою до мітки. Колбу закривають притертою пробкою і ретельно перемішують перевертанням.

Отриману воду розливають у три каліброваних склянки до верху, і закривають їх зрізаними притертими пробками так, щоб не залишилось бульбашок повітря. Потім ковпачки від склянок заповнюють тією ж водою. Склянки перевертають дном догори і ставлять їх у ковпачки, витісняючи воду так, щоб туди не потрапило повітря. Після цього склянки повертають у нормальне положення.

Потім три інші калібровані склянки заповнюють тільки водою для розбавлення. Кожній пробі досліджуваної рідини має відповідати проба з водою для розбавлення.

В одній із трьох з досліджуваною водою і в одній склянці з водою для розбавлення одразу визначають розчинений кисень. Всі інші склянки вміщують у термостат при $20 (\pm 1)^\circ\text{C}$.

Через 5 діб після інкубації виймають з термостату склянку з досліджуваною водою і одну склянку з водою для розбавлення. В обох склянках визначають вміст розчиненого кисню йодометричним методом.

Величину БСК5 основної проби, у мг/дм³, розраховують за формулою:

$$\text{БСК5} = (C_5(\text{O}_2) - C_0(\text{O}_2) - \text{БСК}_{\text{розб}}) \cdot 1000/V \quad (2.19)$$

де $C_5(\text{O}_2)$ – вміст розчиненого кисню в досліджуваній воді після 5 днів інкубації, мг/дм³;

$C_0(\text{O}_2)$ – вміст розчиненого кисню в досліджуваній воді до інкубації, мг/дм³;

V – об'єм води (у см³), відібраної для вивчення і доведеної потім у мірній колбі до 1 дм³.

2.2.20. Визначення вмісту нафтопродуктів у водах

Нафтопродуктами при аналізі води прийнято вважати органічні сполуки, які містять лише неполярні або мало полярні зв'язки і розчиняються в гексані; тобто вуглеводні, що є основною частиною нафти.

Метод базується на екстрагуванні нафти і нафтопродуктів з води хлороформом; випарюванні хлороформу; розчиненні залишку в гексані; послідовному хроматографічному розділенні хімічних сполук з полярними зв'язками, сполук не нафтового походження і води в колонці з активованим оксидом алюмінію; випарюванні гексану. Виділенні таким чином нафтопродукти визначаються гравіметрично [102].

При аналізі поверхневих вод, як правило, леткі нафтопродукти не визначають, тому що їхня кількість є малою. Гранично допустима концентрація у воді водойм – 0,3 мг/дм³.

2.3. Методика визначення вмісту важких металів

Визначення вмісту згаданих у підрозділі 2.4.4. розділу 2 важких металів (свинцю, міді, цинку та нікелю) у воді р. Прут виконувалось за допомогою атомно-абсорбційного методу на спектрометрі ААС-115.М-1.

Метод ААС заснований на поглинанні випромінювання (в ультрафіолетовій і видимій ділянці спектра) незбудженими атомами елементів, які знаходяться в газоподібному стані. Принцип атомізації полягає у переведенні елементу, який визначаємо, у газоподібний атомний стан [143].

Для вимірювання абсорбції кожного елементу пробу води, сконцентрованої випаровуванням на водяній бані в 10 разів, поміщали у склянку 15-20 см³ і опускали в неї вільний кінець капіляра розпилювача спектрофотометра. Вміст елементів визначали за відповідним градувальним графіком.

Для атомізації у полум'ї використовували суміш пропан-бутан-повітря. Автоматичний запис показників інтенсивності та обробка результатів здійснювались програмним комплексом, який входить до складу установки.

2.4. Методика регресійного аналізу сезонної динаміки показників води

Для дослідження впливу сезонності на фізико-хімічні властивості води річки Прут за експериментальними даними методом регресійного аналізу використано апроксимаційні моделі. У випадку сезонних змін функції мають бути періодичними з періодом $T = 12$ місяців. Періодичні залежності найкраще описують рядами Фур'є. Проте для встановлення наявності впливу сезонності потрібна не сама функція, а регресійна залежність $\hat{y}(t)$, яка є періодичною функцією з відповідним періодом. Для її зображення використано тригонометричний поліном першого порядку, до якого входять нульовий та перший члени загального тригонометричного ряду Фур'є:

$$\hat{y}(t) = \frac{a_0}{2} + a_1 \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right) + b_1 \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right), \quad (2.20)$$

де t – порядковий номер місяця;

T – період;

a_0, a_1 та b_1 – коефіцієнти рівняння регресії

Для обчислення коефіцієнтів a_0, a_1 та b_1 застосовано метод найменших квадратів. Оцінювання сезонного впливу здійснено за значенням коефіцієнта детермінації R^2 , який описує достовірність моделі та обчислюється за формулою

$$R^2 = 1 - \frac{\frac{1}{n} \sum (y_t - \hat{y}(t))^2}{\frac{1}{n} \sum (\hat{y}(t) - \bar{y})^2}, \quad (2.21)$$

де y_t – експериментальні значення показника в місяці t ;

$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_t$ – їх середнє значення.

Коефіцієнт детермінації R^2 набуває значень від 0 до 1 та вказує на те, яка частина варіації експериментальних даних пояснюється моделлю, або наскільки ці дані підтверджують модель. Залежність експериментальних показників від теоретичних є слабкою у випадку, якщо значення коефіцієнта детермінації менше за 0,5, середньою – від 0,5 до 0,7 і високою – від 0,7 до 1. Отриману модель використовують для прогнозування значень відповідних показників упродовж року.

2.5. Методики аналізу проб донних відкладень та ґрунтів

Для визначення повного комплексу фізико-хімічних показників відібрані проби донних відкладень (ДВ) або ґрунтів пакувались відповідно до встановлених НД вимог [58] і доставлялись у НДЛ екологічної безпеки ЛДУ БЖД. Водні витяжки з ДВ та ґрунтів готували з дистильованою водою згідно з рекомендаціями відповідних НД (табл. 2.4) у співвідношенні «ДВ:вода» як 1:5 у перерахунку на суху масу донних відкладень (ґрунту).

Методики вивчення хімічного складу водних витяжок з донних відкладень є аналогічними до методик дослідження проб річкової води. Винятком можна вважати методику визначення вмісту нафтопродуктів у ґрунтах/донних відкладеннях, яка не вимагає приготування водних витяжок [101].

Метод вимірювання масової частки нафтопродуктів у ґрунтах/ДВ базується на екстракції органічних речовин із наважки ґрунту хлороформом, видаленні хлороформу, розчиненні залишку у гексані, відділенні полярних сполук на колонці з оксидом алюмінію, видаленні гексану та гравіметричному вимірюванні маси залишку. Розрахунковим методом встановлюють масову частку нафтопродуктів у вихідній пробі ґрунту.

Наважку ґрунту/ДВ масою від 10 до 100 г (у залежності від ймовірної масової частки нафтопродуктів у ґрунті), вміщують у конічну колбу, змочують хлороформом до вологого стану. Декілька разів (до одержання незабарвленого

екстракту, але не менш ніж тричі) проводять екстракцію хлороформом, використовуючи порції об'ємом від 5 до 50 см³. Екстракти фільтрують у склянку через фільтр «біла стрічка». З отриманої витяжки видаляють хлороформ видуванням його вентилятором у витяжній шафі.

Сухий залишок після видалення хлороформу розчиняють у 5-10 см³ гексану; розчин переносять у хроматографічну колонку (сорбент – Al₂O₃) для відділення полярних сполук. Стакан тричі ополіскують гексаном по 2-3 см³ і змиви також переносять у колонку. Фільтрацію через колонку проводять у зважений порожній стакан місткістю 50 см³, попередньо доведений до постійної маси. За різницею маси стакана із залишком та маси цього ж, але порожнього стакана визначають масу нафтопродуктів у наважці проби.

2.6. Дослідження сорбційних властивостей бентоніту щодо фосфат-іонів

Сорбційні властивості бентоніту, як і в роботах авторів [87, 88 та ін.] вивчали у статичних умовах. Підготовка сорбенту здійснювалась трьома способами (серіями): бентоніт без обробки (нативний, або «нат»), промитий звичайною водою (із загального водогону) під мікрохвильовим опроміненням («стимульований», або «стим») та опромінений безпосередньо в досліджуваному розчині («прямого опромінення», або «DIR») [15].

Визначення вмісту фосфатів у нативних і додаткових (розбавлених) пробах стічних вод декількох установ м. Яремче до та після сорбційного очищення їх бентонітом виконувались фотометричним методом (підрозділ 2.2.15; [80]).

2.6.1. Контроль чистоти, фізико-хімічних показників та мікрохвильова активація бентоніту

За допомогою рентгенофазового аналізу (РФА) отримано дифрактограму необробленого бентоніту, за якою було ідентифіковано основні мінералогічні фази зразка. Зйомка виконувалась методом порошку на дифрактометрі ДРОН-3

($\theta/2\theta$ – сканування) з використанням мідного відфільтрованого випромінювання. Якісний фазовий склад зразка визначався шляхом індексування піків hkl відповідних мінералів за їх табличними значеннями d/n ; кількісний фазовий склад – за інтегральними інтенсивностями (площами) відповідних піків дифрактограми [20].

Серед фізико-хімічних показників бентоніту вимірювалась кислотність (рН) його 5%-ї водної суспензії та ступінь набухання. Визначення рН здійснювалось за допомогою рН-метра рН-150М. Для визначення ступеня набухання у мірний циліндр засипали 20 см³ сухого сорбенту, додавали 50 см³ дистильованої води, перемішували та відстоювали. Після декількох перемішувань та відстоювань вимірювали новий об'єм сорбенту.

2.6.2. Підготовка проб стічних вод

Після відстоювання проби були профільтровані через мембранні фільтри з використанням вакуумного насосу для отримання практично прозорих розчинів [100].

Адсорбційному очищенню бентонітом піддавались підготовлені описаним вище способом проби стічних вод, а також додаткові зразки. Вони були отримані шляхом покрокового розбавлення нативних проб водогінною водою. Наприклад, до 100 мл проби додавали 10 мл води; тоді ступінь розбавлення становить $(100 + 10) / 100 = 1,1$ і т.д. Метою такого додаткового дослідження було встановити, як може впливати у реальних умовах розбавлення стічних вод звичайною водою на ступінь вилучення з них фосфатів з використанням бентоніту.

Крім того, вивчалась залежність ступеня вилучення фосфатів із стічних вод від кислотності (рН) середовища.

2.6.3. Вивчення сорбційних властивостей бентоніту, активованого мікрохвилями

Для дослідження сорбційних властивостей бентоніту, активованого мікрохвилями, у склянки місткістю 150 см³ поміщали по 1,0 г бентоніту. Далі, у серіях «нат» і «DIR» у склянки з сорбентом додавали по 100 см³ відповідних проб відстоюваних і профільтрованих стічних вод, а у серії «стим» - по 30 см³ звичайної води із загального водогону.

У серії «нат» отримані суспензії перемішували та залишали для відстоювання. У серії «стим» колби із суспензіями бентоніту у звичайній воді опромінювали мікрохвилями та відстоювали. Потім промивну воду видаляли, заливали отриманий «стимульований» сорбент пробою підготовленої стічної води (100 см³), перемішували та залишали для відстоювання. У серії «DIR» суспензію нативного бентоніту у підготовленій стічній воді одразу опромінювали мікрохвилями, перемішували та залишали для відстоювання.

У всіх трьох серіях після відстоювання суспензій з них відбирали близько 70-80 см³ прозорої частини розчину та передавали на наступний етап - визначення вмісту фосфатів [80].

Уточнення експериментальних даних для побудови графіків і розрахунку ступеня вилучення фосфат-іонів виконувалось методами математичної статистики та регресійного аналізу. Використовувались стандартні можливості пакету загальновідомих офісних програм Microsoft Office.

Повний комплекс експериментальних досліджень у межах даної роботи проводився у НДЛ екологічної безпеки ЛДУ БЖД.

2.7. Методики екологічних досліджень на території КНПП

Знаючи площу рекреаційного об'єкта, кількість його відвідувачів за певний час, можна визначити рекреаційно-ресурсний потенціал (РРП) цього об'єкта. Наприклад, у комфортний період 2015 р. на згаданому пішохідному маршруті на г. Говерла, згідно проведених автором [9] розрахунків,

рекреаційно-ресурсний потенціал становив близько 1520 чол. за 6 год перебування на 18,82 га.

Числові дані про довжину (площу) маршруту, кількість мандрівників, які пройшли по ньому за певний час, можна заміряти самотійно, або отримати із відповідних відкритих джерел. Зокрема, довжину маршруту на г. Говерла нами було отримано із офіційного сайту КНПП [62]. Вважаючи ширину активної зони цього маршруту близько 5 м, можна легко розрахувати його площу.

Для виконання фізико-хімічних досліджень проби дощу, снігу та ґрунтів на території парку відбирались у відповідні сезони в хімічно-інертний посуд згідно діючих НД [58].

Проби снігового покриву відбирались по профілю, тобто на всю товщину шару, як на відкритій місцевості, так і в найближчому лісовому масиві. Зібраний з декількох місць сніг самовільно танув при кімнатній температурі у пластикових відрах. Отримана тала вода відстоювалась та фільтрувалась через марлевий фільтр для відділення грубих сторонніх предметів.

Проби ґрунтів відбирались згідно вимог цього ж НД [58]. З них готувались водні витяжки, як у підрозділі 3.4, відстоювались та фільтрувались через марлевий фільтр.

рН обох видів опадів атмосферних опадів визначались за допомогою портативного рН-метра (підрозділ 2.2.4) згідно з інструкцією до приладу. Те ж саме стосується і визначення рН водних витяжок з ґрунтів на території КНПП. Загальну мінералізацію води в річці Прут на території парку визначали за допомогою портативного солеміру моделі TDS [59].

2.8. Методики екологічної оцінки якості води

Існує декілька методик екологічної оцінки якості річкових вод. Зокрема, автор [46] розробив концепцію екологічної класифікації якості поверхневих вод. На основі цієї класифікації була створена методика комплексної оцінки стану річкових басейнів із водогосподарських позицій.

Інший автор [37] пропонує визначати індекс якості води за сукупністю основних показників, важливих для певної галузі її використання (побутово-питне, рибогосподарське тощо).

Із великих оглядових праць за темою оцінки якості води слід відзначити монографію [138] та методичні розробки [133, 157], в яких детально описано алгоритми розрахунків числових значень відповідних критеріїв.

2.8.1. Визначення комплексного екологічного індексу якості води

Проаналізувавши різні підходи до методів визначення оцінки якості води, було використано найбільш ефективний метод – визначення комплексного екологічного індексу якості води. Він дає змогу систематизувати дані за декількома серіями та простежити динаміку змін показників [104].

Ця методика розроблена відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Водного кодексу України, Постанови Кабінету Міністрів України від 19 березня 1997 р. № 244 «Про заходи щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фітосанітарних норм та міжнародних і європейських стандартів» [7].

Екологічна оцінка якості поверхневих вод є складовою загальної оцінки статусу водних об'єктів, як і оцінка їх хімічного статусу за концентраціями пріоритетних небезпечних забруднюючих речовин. На основі загальної оцінки визначають придатність вод для використання у різних господарських цілях (рис. 2.1; [104]).

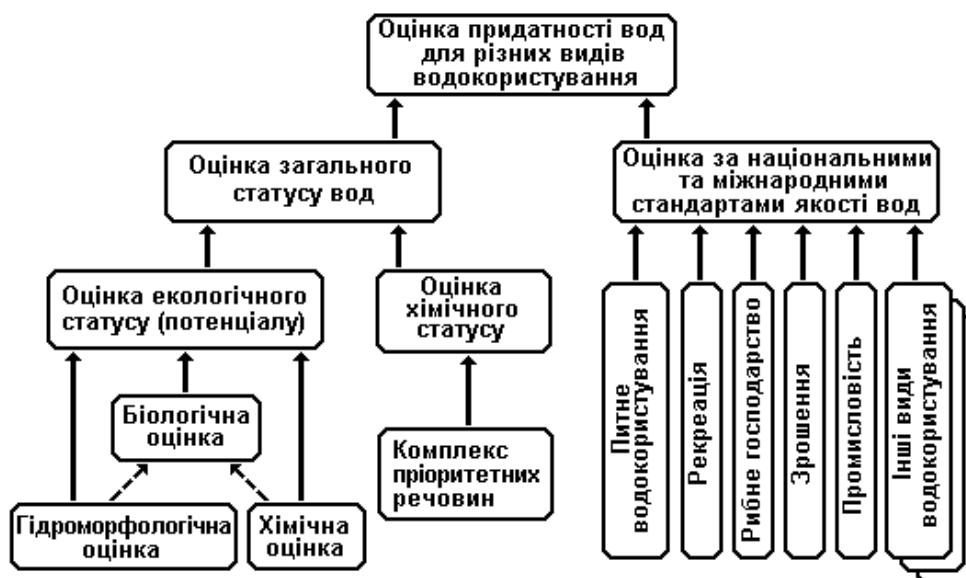


Рис. 2.1 - Схема визначення загального статусу водного об'єкта [104].

Методологічною основою оцінки екологічного стану поверхневих вод є сумісне використання двох підходів: того, що ґрунтується на використанні встановлених критеріїв, і того, що використовує порівняння характеристик, які досліджуються, з еталонними показниками відповідного типу водного об'єкта (критеріального й компаративного підходів).

2.8.2. Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України

Оцінка екологічного стану водних об'єктів здійснюється на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод. Ця класифікація включає перелік гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних, токсикологічних та інших показників, які відображають особливості абіотичної та біотичної складових водних екосистем [127].

Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод включає біологічні, фізико-хімічні та хімічні показники.

До групи біологічних показників входять: гідробіологічні, біохімічні, бактеріологічні та токсикологічні характеристики.

Група фізико-хімічних та хімічних показників включає загальні показники хімічного складу та властивостей поверхневих вод, які характеризують звичайні, властиві водним екосистемам інгредієнти, концентрація яких може змінюватись під впливом антропогенних чинників (рис. 2.2; [104]).

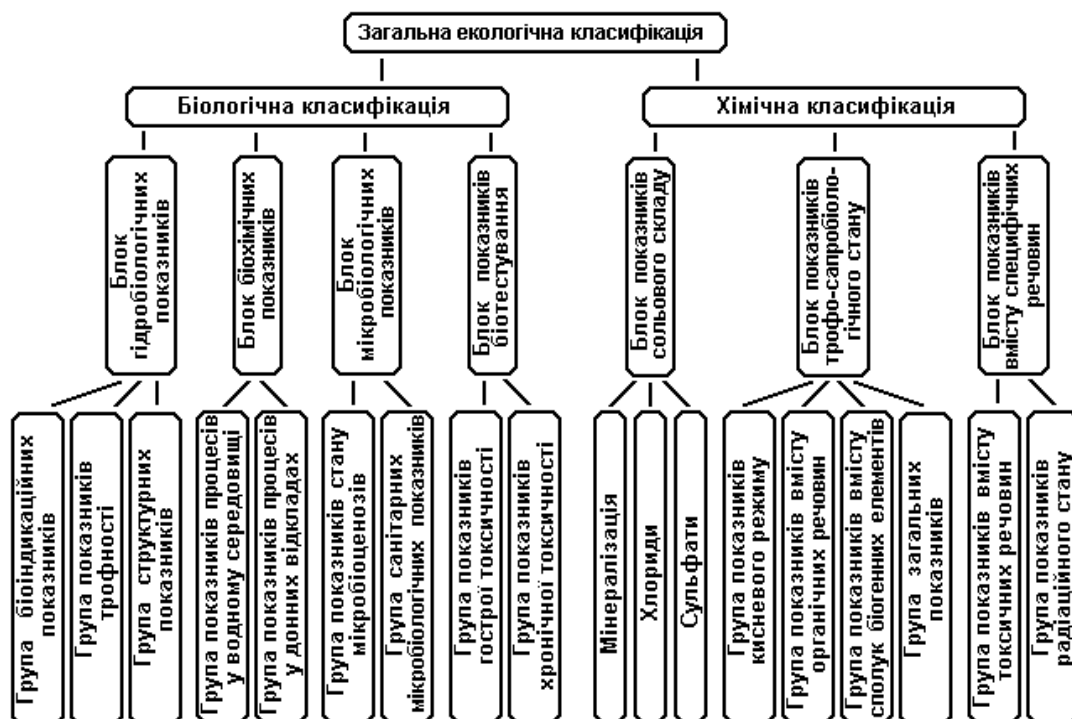


Рис. 2.2 - Структура екологічної класифікації поверхневих вод [104].

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України включає дві супідрядні класифікації, а саме:

- класифікацію за біологічними показниками та
- класифікацію за фізико-хімічними і хімічними показниками.

Перша класифікація включає:

- блок оцінки якості вод за структурними характеристиками біотичних угруповань та біоіндикаційними індексами;
- блок оцінки якості вод за біохімічними критеріями;
- блок оцінки якості вод за бактеріологічними критеріями;
- блок оцінки якості вод за даними біотестування води та донних відкладів.

Друга класифікація має три складові:

- блок оцінки якості вод за критеріями сольового складу;
- блок оцінки якості вод за хімічними трофо-сапробіологічними критеріями;
- блок оцінки якості вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії [104].

Блок оцінки якості вод за критеріями сольового складу включає три групи: а) оцінка якості прісних вод за величиною загальної мінералізації та електропровідності; б) оцінка якості прісних вод за вмістом сульфатів; в) оцінка якості прісних вод за вмістом хлоридів.

Блок оцінки якості поверхневих вод за хімічними трофо-сапробіологічними показниками включає такі групи показників: а) загальні показники – температура, завислі речовини, прозорість, концентрація іонів водню; б) показники кисневого режиму – концентрація розчиненого кисню, насичення киснем, для водойм і водосховищ – також насичення киснем у гіполімніоні; в) показники вмісту сполук азоту – амонійного, нітритного, нітратного й загального азоту, а також сполук фосфору – загального фосфору та фосфору фосфатів; г) показники вмісту органічних речовин – органічний вуглець, перманганатна та біхроматна окислюваність, біохімічне споживання кисню.

Блок оцінки якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії включає дві спеціалізовані підсистеми: а) за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії; б) за критеріями вмісту специфічних речовин радіаційної дії.

Для розрахунку комплексного екологічного індексу використовують такі групи параметрів:

- гідрохімічний (I_A) – блок сольового складу, який включає мінералізацію води, вміст сульфатів та хлоридів;
- трофосапробіологічний (I_B) – блок еколого-санітарних характеристик, що включає вміст завислих речовин, ХСК, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфати та біомасу планктону;

- токсикологічний (I_C) – блок специфічних характеристик токсичної та радіаційної дії: мідь, хром, марганець, цинк, феноли та ін.

Комплексний екологічний індекс стану водних екосистем I_e розраховувався за формулою [104]:

$$I_e = \frac{I_{Amax} + I_{Bmax} + I_{Cmax}}{3} \quad (2.22)$$

де I_{Amax} – максимальне значення гідрохімічного параметра;

I_{Bmax} – максимальне значення трофосапробіологічного показника;

I_{Cmax} – максимальне значення токсикологічного параметра.

В екологічній класифікації значення I_e для п'яти класів якості води становить:

I клас ($I_e < 1,0$) – стан дуже добрий (еталон);

II клас ($1,0 < I_e < 3,0$) – стан добрий;

III клас ($3,0 < I_e < 8,0$) – стан задовільний;

IV клас ($8,0 < I_e < 21,0$) – стан перехідний (поганий);

V клас ($I_e > 21,0$) – стан незадовільний (дуже поганий, практично – екологічна криза) [41].

Висновки до розділу 2

1. У розділі описано сучасні методи і методики відбору проб річкової води і донних відкладень, їх консервування та зберігання. Усі вони актуалізовані та відповідають вимогам діючих нормативних документів.

2. Відповідно від виду забруднення річки, його причин та можливих джерел, підібрано певні методи та методики експериментального визначення фізико-хімічних показників проб річкової та стічної води, донних відкладень.

3. Детально описано методики визначення фізико-хімічних параметрів проб води та водних витяжок із донних відкладень, вмісту у них окремих хімічних компонентів, у першу чергу – політантів. Особливу увагу приділено методикам

визначення вмісту біогенних іонів (в т.ч. – фосфатів), нафтопродуктів, а також ХСК і БСК та вмісту важких металів.

4. Специфічними видами досліджень є вивчення сорбційних властивостей природного глинистого матеріалу бентоніту. Його пропонується використовувати як засіб для доочищення стічних вод від надлишку фосфатів. Відповідно, обробка та вивчення цього сорбенту проводились спеціальними методами – опромінення мікрохвилями та рентгенофазовим аналізом.

5. Подано опис методів досліджень, які виконуються на території КНПП: визначення рекреаційного навантаження на парк, окремих гідрохімічних показників води з р. Прут, атмосферних опадів та ґрунтів.

6. Проведено критичний аналіз діючих в Україні нормативів екологічного оцінювання якості води поверхневих водоймах. Показано, що методологічні підходи в них досить сильно відрізняються, що створює чимало труднощів для реальної оцінки стану того чи іншого водного об'єкту.

7. Усі дослідження проводились у атестованих лабораторіях: більшість із них – у НДЛ екологічної безпеки ЛДУ БЖД; інша частина – у відповідних лабораторіях ЗВО та виробничих підприємств м. Львова.

Результати досліджень відображені у публікаціях [4, 26, 28, 34].

РОЗДІЛ 3.

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ МІСТА ЯРЕМЧЕ ТА НАВКОЛИШНІХ ТЕРИТОРІЙ НА ЯКІСТЬ РІЧКОВОЇ ВОДИ

3.1. Мережа пунктів спостережень

Для гідрохімічного вивчення р. Прут на обраній ділянці нами було закладено стаціонарну мережу спостережень, в яку входили 6 пунктів. Вони обрані із врахуванням об'єктів міської та сільської інфраструктури, які розташовані безпосередньо на берегах річки [26, 36 та ін.].

Перший пункт спостережень – с. Дора (нижнє передмістя Яремче); нижче автомобільного мосту.

Другий пункт – між с. Дора і центральною частиною м. Яремче. Він має таку особливість, що знаходиться між двома частинами м. Яремче, фактично розділеними виступом гірського хребта.

Третій пункт – центральна частина міста Яремче; поблизу скелі «Слон».

Четвертий пункт – нижня околиця с. Ямна; поблизу котеджного містечка.

П'ятий пункт – верхня околиця с. Микуличин; неподалік залізничної станції.

Шостий пункт (фоновий) – верхня околиця с. Татарів; трохи нижче місця впадіння р. Піхи.

Цей пункт спостережень ми обрали як фоновий з наступних причин. Контрольний створ цього пункту розміщений поза зоною впливу ймовірних забруднень антропогенного походження. Найближчий великий населений пункт вище за течією – м. Ворохта – знаходиться на значному віддаленні, тому помітного впливу на склад води цього фонового створу не здійснює.

Загальна схема розташування пунктів спостереження за якістю води р. Прут зображена на рис. 3.1.

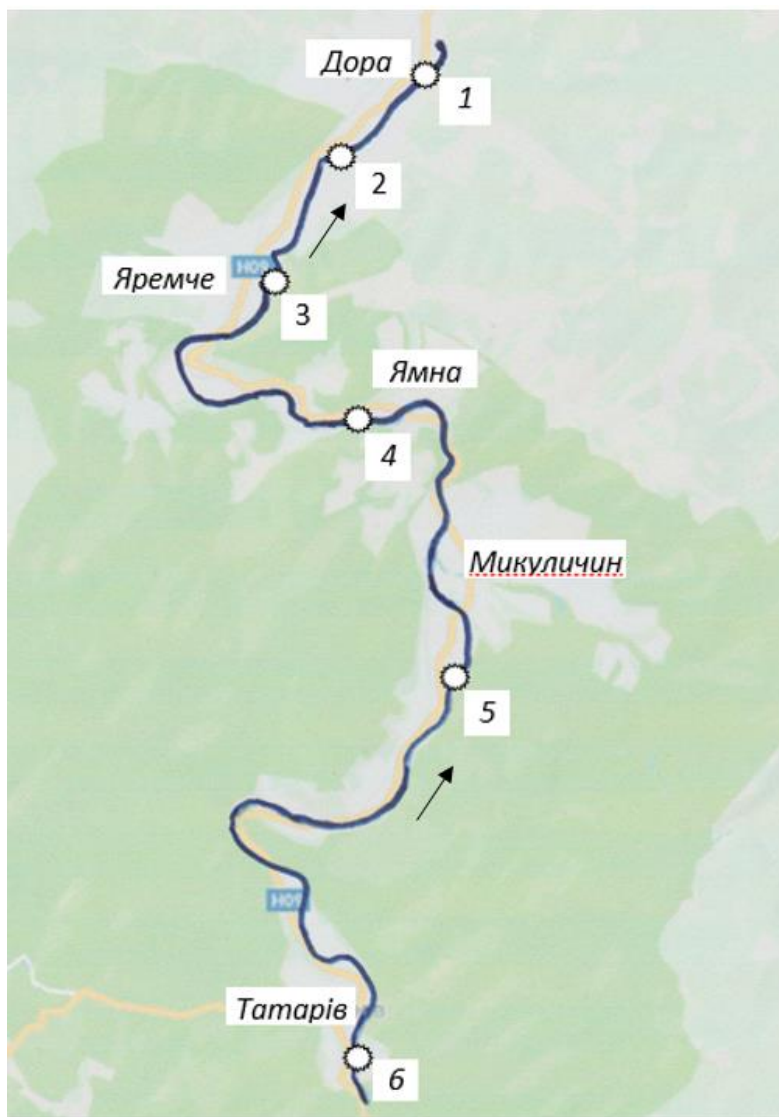


Рис. 3.1 - Схема району досліджень та розташування пунктів спостереження

Проби води відбирались у чотири сезонні серії: «осінь» (вересень 2019 р.), «зима» (січень 2020 р.), «весна» (квітень 2020 р.) та «літо» (липень 2020 р.). Метою такого розподілу відбору проб було вивчення впливу сезонного (температурного) фактору на зміну гідрохімічних показників річкової води. Вказані умовні позначення («осінь», «зима», «весна» і «літо») використано у таблицях та на графіках даного розділу роботи.

У кожному із вказаних пунктів спостереження відбирались проби річкової води відповідно до діючих нормативних документів. Такі параметри води, як запах, температура, кислотність та умовна мінералізація (за солеміром),

замірялись на місці відбору. Загальна мінералізація проб була розрахована пізніше, після визначення вмісту всіх складових проби.

Проби відбирались у пластикові (об'ємом 1,5 дм³) та скляні (1,0 дм³) пляшки відповідно до методик, описаних у Розділі 2 даної роботи, консервувались відповідно до виду досліджень (визначуваних параметрів), належним чином маркувались та у найкоротші терміни доставлялись у НДЛ екологічної безпеки ЛДУ БЖД. Там, у лабораторних умовах вивчались фізико-хімічні параметри, сольовий склад, вміст специфічних компонентів, важких металів тощо.

Усі отримані цифрові результати піддавались статистичній обробці за відповідними стандартними процедурами. У таблицях та на діаграмах, поданих нижче, наведено результати, отримані після такої статистичної обробки.

3.2. Результати дослідження загальних фізико-хімічних параметрів проб води р. Прут

Практично всі санітарно-хімічні показники води р. Прут на досліджуваній ділянці знаходяться в допустимих межах, проте спостерігаються певні закономірності збільшення або зменшення числових значень окремих показників, зокрема у плані часової та просторової динаміки [29, 36 та ін].

Основну частину експериментальних результатів, отриманих в результаті лабораторного вивчення проб води з р. Прут в усіх серіях, подано у зведеній табл. 3.1. Для більш наочного сприйняття та аналізу числового матеріалу у цьому ж підрозділі наведено діаграми, які ілюструють просторово-часову динаміку зміни того чи іншого показника.

Крім вказаних у табл. 3.1, вивчались ще деякі параметри проб, такі як температура, запах, прозорість, вміст завислих речовин, лужність, вміст заліза тощо, однак для розкриття теми і завдань даної дисертаційної роботи вони носять лише довідковий характер. Повні протоколи аналізів подані у табл. А.1-А.24 Додатків до роботи.

Таблиця 3.1

Зведена таблиця результатів лабораторного вивчення
проб води з р. Прут

№ з/п	Показник	Сезон	Контрольні створи					
			п. 1	п. 2	п. 3	п. 4	п. 5	п. 6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	рН	осінь	6,91	6,82	6,88	7,05	7,12	7,21
		зима	6,82	6,78	6,71	6,88	7,06	7,08
		весна	6,85	6,74	6,70	6,92	6,98	7,12
		літо	6,89	6,79	6,82	6,98	7,05	7,21
2	Твердість загальна, мг-екв/дм ³	осінь	3,8	3,3	3,1	2,9	3,2	3,6
		зима	4,3	4,2	4,4	4,0	3,9	4,1
		весна	4,1	4,0	4,1	3,9	3,7	3,8
		літо	4,0	3,6	3,4	3,5	3,3	3,1
3	Мінералізація, мг/дм ³	осінь	303	283	283	269	282	306
		зима	352	351	373	346	332	347
		весна	328	325	338	324	311	314
		літо	312	298	281	285	291	321
4	Хімічне споживання кисню (ХСК), мгО/дм ³	осінь	6,2	6,1	7,9	6,6	5,8	6,7
		зима	9,4	9,1	9,5	9,2	8,6	8,8
		весна	7,4	7,2	6,9	7,1	6,1	6,4
		літо	8,2	8,5	9,1	8,4	7,3	7,6
5	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻), мг/дм ³	осінь	192	177	168	163	171	189
		зима	212	214	220	207	198	214
		весна	196	191	175	184	189	193
		літо	205	196	197	174	169	191
6	Хлориди (Сl ⁻), мг/дм ³	осінь	6,8	6,9	7,9	7,6	8,8	7,6
		зима	14,5	12,6	15,8	13,6	11,2	11,7
		весна	7,4	8,2	8,6	9,4	9,2	9,1
		літо	11,0	10,2	12,6	11,9	8,9	9,5
7	Сульфати (SO ₄ ²⁻), мг/дм ³	осінь	26,2	23,6	29,6	24,5	26,7	28,3
		зима	31,7	30,8	35,6	31,4	32,7	29,1
		весна	28,4	26,3	31,6	29,8	29,7	29,3
		літо	27,3	28,4	30,8	28,9	30,9	28,3

Продовження табл. 3.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Кальцій (Ca^{2+}), мг/дм ³	осінь	62,1	52,8	49,6	46,4	51,2	57,6
		зима	71,2	67,2	70,4	64,0	62,4	65,6
		весна	65,8	59,4	63,6	51,3	57,2	58,3
		літо	68,2	63,4	55,9	57,2	60,5	61,3
9	Амоній (NH_4^+), мг/дм ³	осінь	0,56	0,44	0,63	0,57	0,41	0,34
		зима	0,66	0,68	0,78	0,71	0,65	0,74
		весна	0,59	0,57	0,66	0,61	0,52	0,48
		літо	0,61	0,55	0,65	0,59	0,49	0,62
10	Нітрити (NO_2^-), мг/дм ³	осінь	0,018	0,015	0,021	0,014	0,016	0,011
		зима	0,032	0,031	0,043	0,039	0,037	0,026
		весна	0,024	0,028	0,032	0,027	0,022	0,019
		літо	0,027	0,019	0,027	0,032	0,028	0,021
11	Нітрати (NO_3^-), мг/дм ³	осінь	3,32	3,21	3,52	3,11	3,15	3,54
		зима	3,90	4,21	5,62	4,32	4,68	4,12
		весна	3,48	3,98	4,97	3,47	4,56	4,05
		літо	3,66	3,72	4,02	4,05	4,25	3,85
12	Фосфати (PO_4^{3-}), мг/дм ³	осінь	0,08	0,11	0,15	0,10	0,08	0,09
		зима	0,21	0,20	0,38	0,33	0,21	0,24
		весна	0,12	0,18	0,22	0,19	0,17	0,12
		літо	0,19	0,13	0,28	0,31	0,19	0,19

3.2.1. Динаміка загальних фізико-хімічних параметрів

Значення *кислотності* середовища у воді р. Прут має загальну тенденцію до зростання вгору за течією (рис. 3.2). Винятками є зимова та весняна проби у межах м. Яремче, які показують мінімальні на вивченій ділянці значення рН (6,71 та 6,70; відповідно). Це може бути пов'язано із збільшенням викидів у повітря кислотних сполук (оксидів вуглецю, сірки, азоту) внаслідок інтенсивної роботи міських котелень та приватних обігрівальних засобів під час опалювального сезону.

Загальний хід графіків вказує, що літні та осінні проби (більш теплий період) мають дещо вищі значення рН, ніж зимові та весняні. Це можна

пояснити меншою розчинністю газів (кислотних оксидів) при вищих температурах, і, відповідно, слабшою їх взаємодією з водою річки.

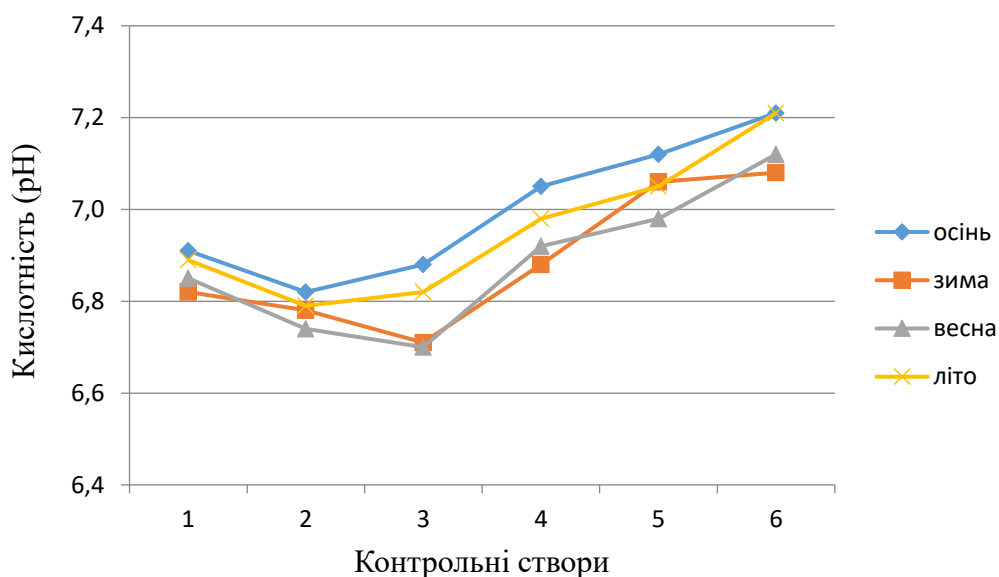


Рис. 3.2 - Зміна кислотності середовища

У порівнянні із даними попередніх років ($pH = 7,1 \dots 8,2$; розд. 1, табл. 1.3), вода річки на дослідженій ділянці має дещо нижче значення pH . Цей факт вказує на зростання на неї антропогенного впливу, а саме згаданих вище викидів кислотних оксидів підприємствами та населеними пунктами.

Графіки зміни *твердості* (рис. 3.3) підтверджують, що у холодний період у воді може розчинитись більша кількість кислотних оксидів. Кислоти, які утворюються внаслідок взаємодії цих оксидів з водою, зв'язують більшу кількість кальцію і магнію, і тому твердість води у зимовій серії дещо вища, ніж в осінній.

Максимальне значення твердості виявлено у зимовій пробі води з м. Яремче, і воно є помітно вищим, ніж у попередніх роках ($2,1 \dots 3,8$ г-екв/дм³; табл. 2.4). Мінімальне значення припадає на осінню пробу з п. 4 (с. Ямна, $2,9$ мг-екв/дм³), що є дещо незвичним, оскільки поруч знаходиться котеджне містечко. Очевидно, там використовуються сучасні технології опалювальних систем, які зводять до мінімуму викиди в атмосферу кислотних оксидів.

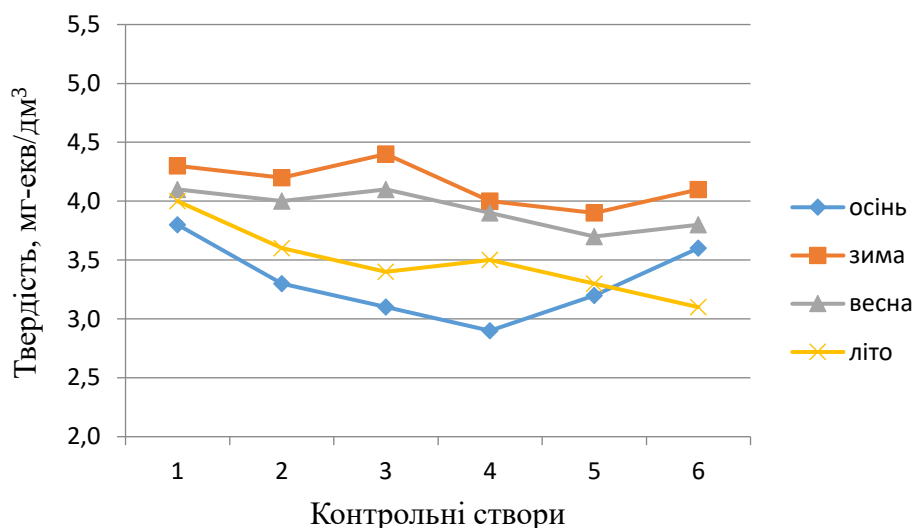


Рис. 3.3 - Зміна твердості води

Аналогічна картина спостерігається також у графіках змін *загальної мінералізації* проб води на дослідженій ділянці (рис. 3.4): зимові проби виявляють вищі значення, ніж усі інші. Максимум мінералізації припадає на пробу води з м. Яремче, яка помітно вища за минулорічні показники (236 ... 284 мг/дм³; табл. 1.3), а мінімум, як і у випадку з твердістю, – на осінню пробу із с. Ямна. У пробах весняного і літнього періодів таких різких перепадів не спостерігається.

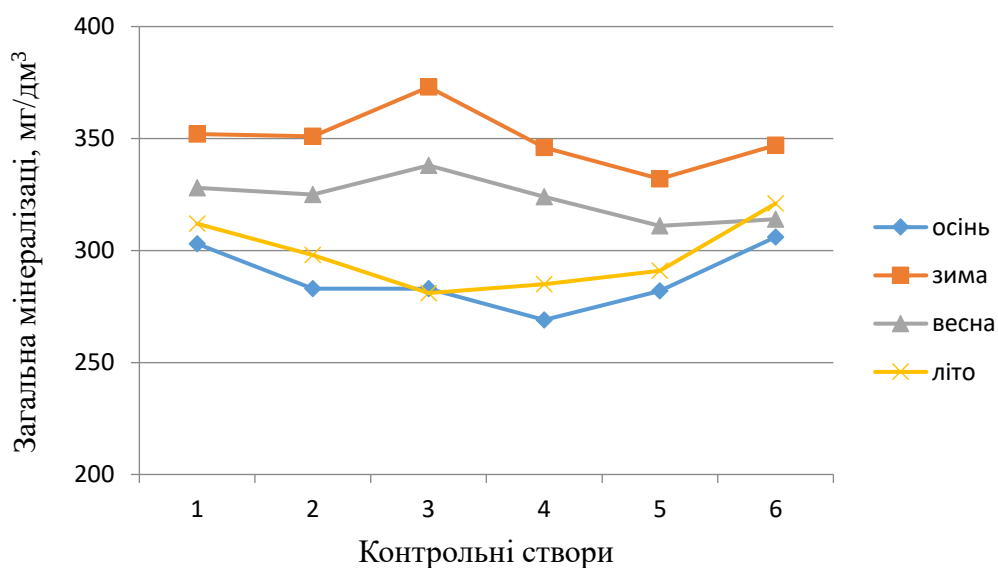


Рис. 3.4 - Зміна загальної мінералізації

Щодо значення ХСК, яке показує орієнтовний вміст органічних речовин у воді, то теперішні величини цього параметру (рис. 3.5) практично не виходять за межі інтервалу, який спостерігався в попередні роки (6,2 ... 10,3 мгО/дм³; табл. 2.4). Очевидно, хороша аерація води гірської річки до певних меж нівелює коливання вмісту органіки у ній внаслідок діяльності людини.

Як видно з графіків на рис. 3.5, значення ХСК зимової серії проб вищі, ніж осінньої, оскільки метаболізм органічних речовин у річковій воді відбувається швидше при вищих температурах. Чітко можна помітити певне групування числових значень цього параметру: весняні і осінні проби (коли температурний режим є подібним), мають близькі числові значення, і загальна динаміка також схожа. У той же час, вони значно нижчі від значень ХСК зимових та літніх проб.

Максимальне значення цього показника знову припадає на пробу з м. Яремче.

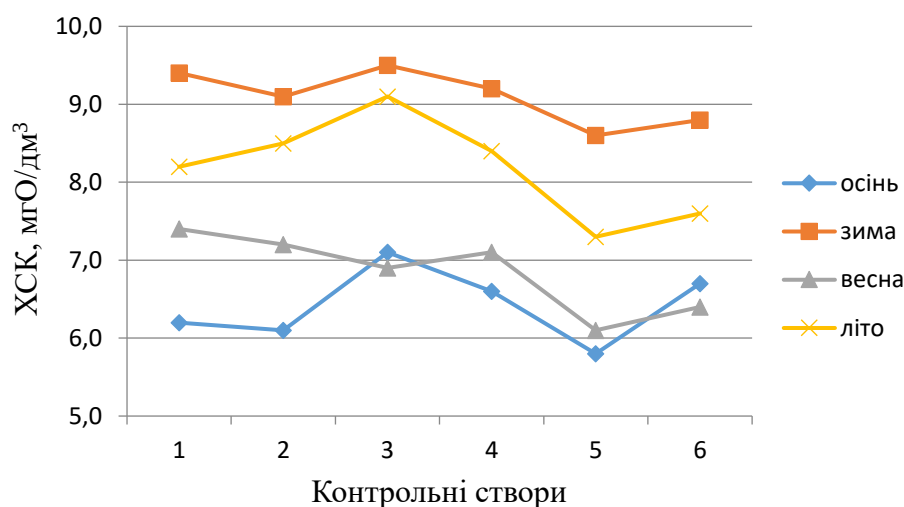


Рис. 3.5 - Зміна ХСК

3.2.2. Динаміка вмісту головних іонів

Як відомо, головними іонами вважаються ті, що знаходяться у воді у макрокількостях та формують її сольовий склад. За класифікацією О. А. Алекіна, до них належать гідрокарбонати, хлориди, сульфати, кальцій, магній та сума натрію і калію [59-61].

Зміни вмісту *гідрокарбонат-іонів* у досліджених пробах води зображено на рис. 3.6. Гідрокарбонати є домінуючими аніонами у більшості річкових вод. Саме вони формують основну частину загальної мінералізації цих проб (див. рис. 3.4), тому графіки їх розподілу у водах р. Прут подібні. Також, як і у випадку з ХСК, графіки зміни вмісту гідрокарбонатів частково групуються. Зокрема, динаміка зміни цього параметра у весняних та осінніх пробах є помітно схожими між собою, а у зимових та літніх – відповідно, між собою.

Як і в описаних вище випадках, вміст цих іонів у зимових пробах є вищим, ніж в усіх інших. Це може бути пояснено термічною нестійкістю гідрокарбонатів. Максимальний їх вміст спостерігається у пробах з м. Яремче, і він помітно вищий, ніж у пробах попередніх років (109 ... 181 мг/дм³; табл. 1.3).

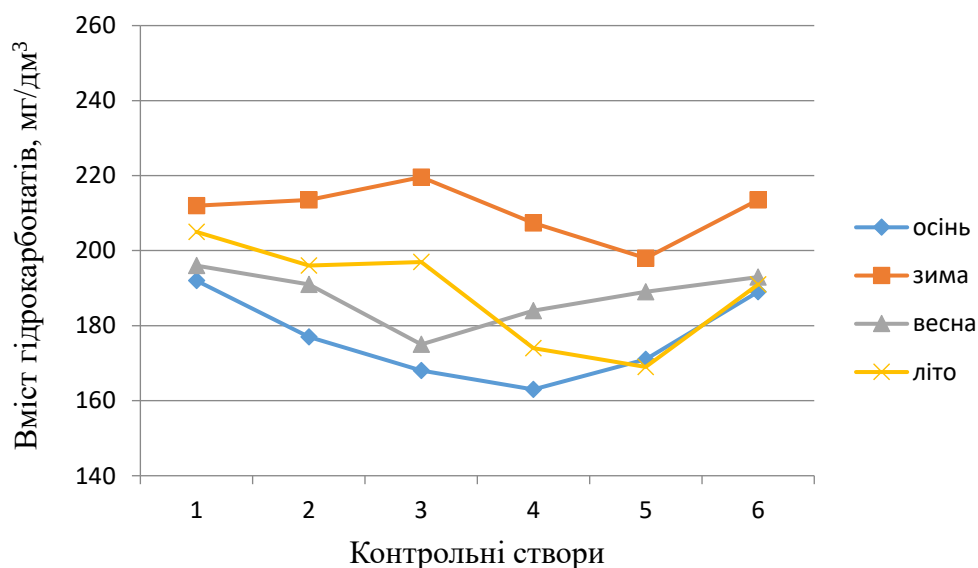


Рис. 3.6 - Зміна вмісту гідрокарбонатів

Вміст *хлоридів* у пробах води осінньої та весняної серій змінюється мало (рис. 3.7). У пробах зимової та літньої серій він дещо вищий (як і вміст більшості вищеописаних іонів), однак не виходить за межі діапазону величин цього параметра попередніх років (5,7 ... 11,5 мг/дм³; табл. 1.3).

На відміну від проб осінньої та весняної серій, графіки літньої, і особливо зимової серій, мають стрибкоподібну форму із чітко вираженим максимумом на пробі із м. Яремче.

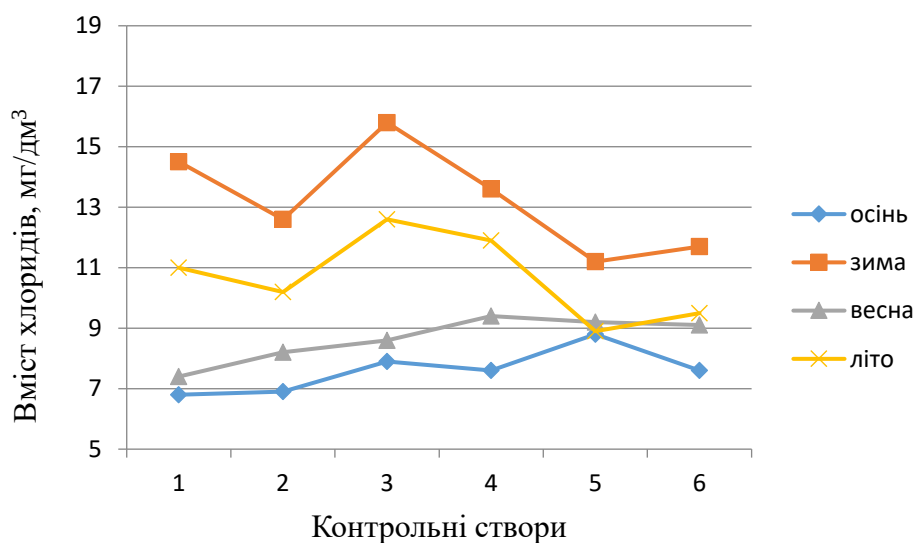


Рис. 3.7 - Зміни вмісту хлоридів

Вміст *сульфатів* у пробах усіх серій (рис. 3.8) помітно вищий від значень, які було отримано в попередніх дослідженнях (13,3 ... 23,8 мг/дм³; табл. 1.3). Самі ж графіки усіх серій дуже схожі між собою.

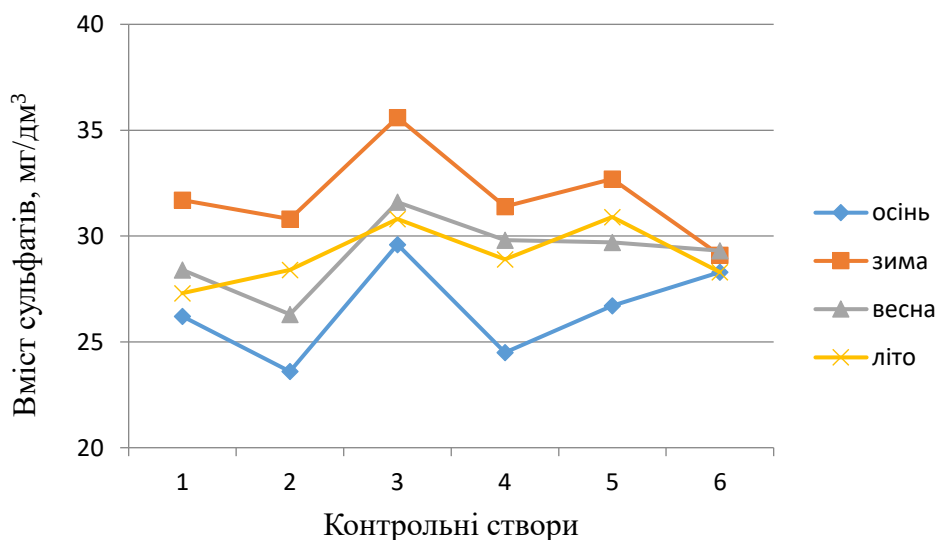


Рис. 3.8 - Зміни вмісту сульфатів

Концентрація сульфатів у поверхневих водах схильна до сезонних коливань і зазвичай корелює зі зміною загальної мінералізації води. Найважливішим фактором, що визначає режим сульфатів, є мінливі співвідношення між поверхневим і підземним стоками. Помітний вплив чинять окислювально-відновні процеси, біологічна обстановка у водному об'єкті і господарська діяльність людини.

Взимку, як уже згадувалось вище, кількість викидів у повітря оксиду сірки зростає. Через це зимові проби містять більшу кількість сульфатів, і найбільший їх вміст у пробах з м. Яремче.

Графіки зміни *вмісту кальцію* (рис. 3.9) дуже схожі на графіки змін твердості та вмісту гідрокарбонатів (рис. 3.3 і 3.6). Це цілком відповідає положенню, що саме ці макрокомпоненти (кальцій та гідрокарбонат-іони) визначають сольовий склад річкової води.

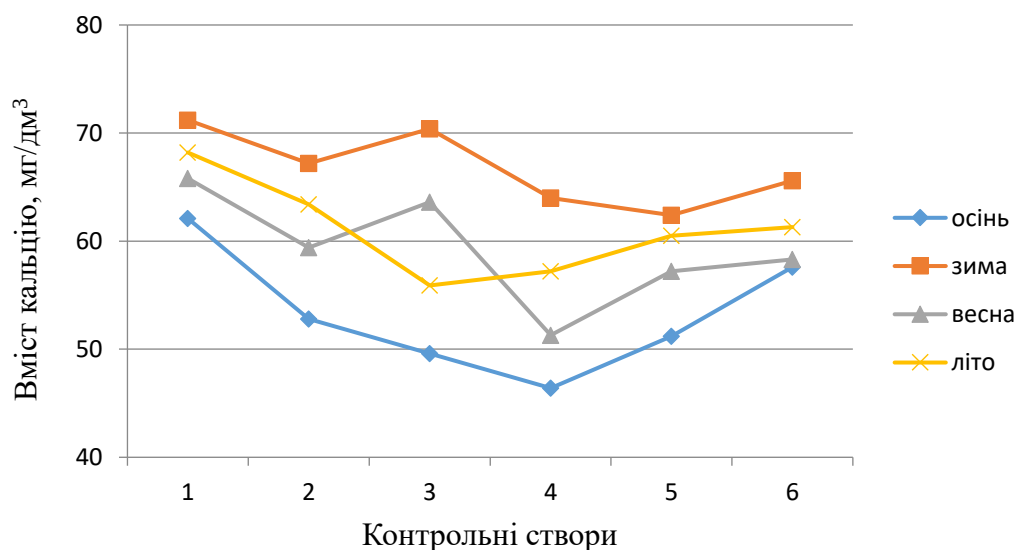


Рис. 3.9 - Зміни вмісту кальцію

Числові значення їх вмісту у пробах зимової серії, як і в описаних вище випадках, є вищими, ніж у пробах інших серій, але не виходять за межі діапазону, визначеного у попередніх роботах (31,6 ... 70,0 мг/дм³; табл. 1.3). Як і у згаданих вище графіках, мінімум цього показника припадає на осінню пробу з с. Ямна.

3.2.3. Динаміка вмісту біогенних іонів

Завдяки хорошій аерації води в р. Прут у верхній течії, всі біологічні, фізико-хімічні та біохімічні процеси проходять у ній дуже інтенсивно. Відповідно, процес самоочищення цієї водойми відбувається швидко, тому якість води в р. Прут на вивченій ділянці залишається стабільною і наближеною до природного стану [133].

Серед факторів, які визначають вміст мінерального азоту і фосфору у річковій воді, найбільш важливими є кліматичні умови та інтенсивність антропогенного впливу [145]. Оскільки ці фактори значно змінюються у часі і просторі (сезон відбору проб, а також розташування різних об'єктів людської діяльності на дослідженій території), то динаміка вмісту біогенних іонів у воді р. Прут має певні особливості.

Концентрація іонів амонію (рис. 3.10) в осінніх пробах поступово зменшується вверх за течією річки, за винятком міста Яремче. У той же час, вміст цього компоненту у всіх інших пробах є дещо вищим і коливається у значну вужчому діапазоні.

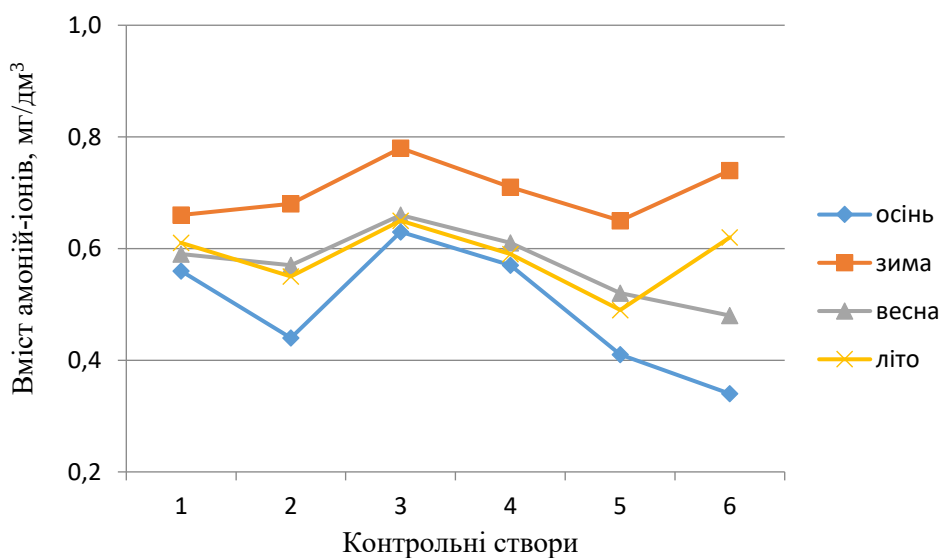


Рис. 3.10 - Зміни вмісту амоній-іонів

У цілому, вміст іонів амонію у річці Прут у теперішньому дослідженні виявився вищим від попередніх років (0,27 ... 0,58 мг/дм³ у перерахунку на вміст амоній-іону; табл. 1.3), особливо у пробах зимової серії. Максимальні значення цього параметру спостерігаються у м. Яремче, що підтверджує зростання антропогенного впливу на річку.

Зміни концентрацій *нітрит-іонів* (рис. 3.11) у досліджених пробах вказують на те, що вище м. Яремче вода річки легше позбувається від цього забруднювача шляхом самоочищення [133, 138]. Причому, загальний хід графіків подібний для усіх серій проб. Дещо відмінною є зміна концентрацій цих іонів у літній серії. Тут максимальне значення припадає не на м. Яремче, як у інших серіях, а на пробу з с. Ямна (п. 4). Цей факт вказує на те, що основним джерелом появи нітритів у р. Прут є господарсько-побутові стоки.

Теперішні значення цього параметра, особливо зимова серія, значно перевищують результати попередніх років (0,003 ... 0,024 мг/дм³ у перерахунку на нітрит-іон; табл. 1.3), що вказує на незадовільну роботу очисних споруд населених пунктів на берегах річки.

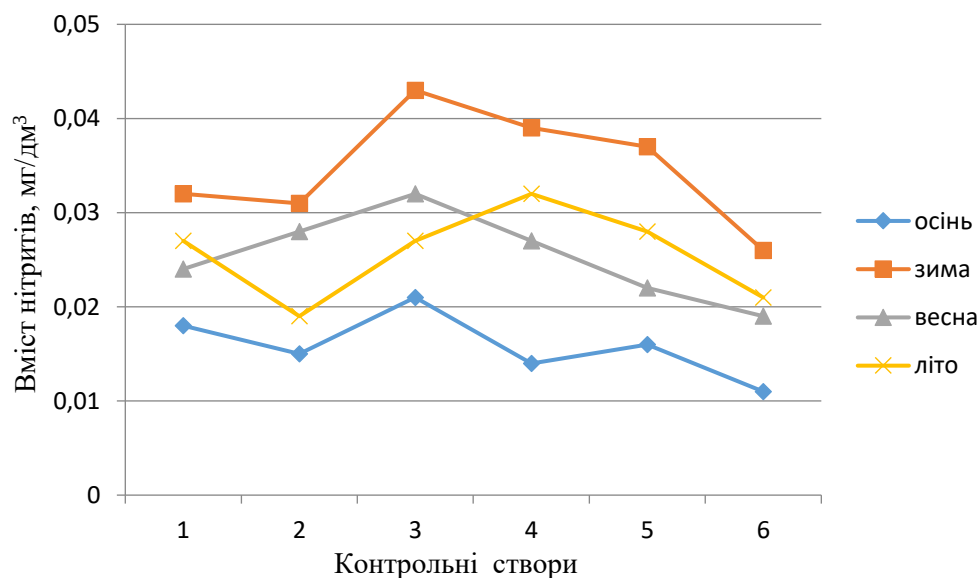


Рис. 3.11 - Зміни вмісту нітритів

Вміст *нітрат-іонів* у природній воді, як правило, невеликий. Для незабруднених річок він складає від 0,2 до 1,0 мг/дм³. У малих річках, які течуть по рівнинній місцевості посеред розораних та підживлених добривами полів, він може сягати десятків мг/дм³. Поблизу населених місць, які навіть при нормальній роботі очисних споруд, все ж скидають у річку певну кількість стічних вод, цей вміст може досягати сотень мг/дм³ [11].

Отримані нами результати (рис. 3.12) показують, що вміст нітрат-іонів у р. Прут у серіях літніх та осінніх проб (тепла пора року) змінюється мало. У той же час, у серіях зимових та весняних проб (відносно холодна пора року) різко відрізняється проба з м. Яремче. Проте, у всіх згаданих пробах рівень вмісту нітратів у воді р. Прут значно вищий від значень попередніх років (1,86 ... 2,43 мг/дм³ у перерахунку на нітрат-іон; табл. 1.3).

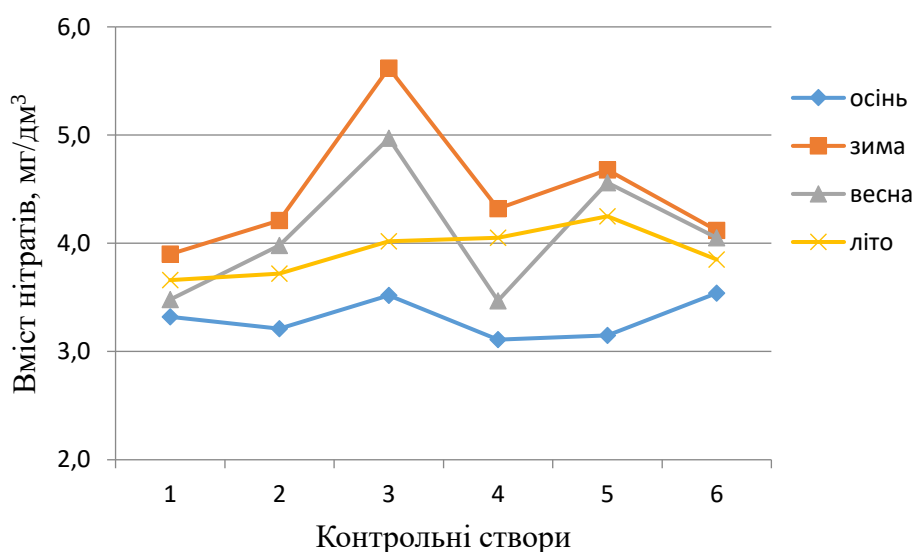


Рис. 3.12 - Зміни вмісту нітратів

Очевидно, незважаючи на гористий рельєф та малопоживний для сільськогосподарських рослин склад ґрунтів, польові роботи з використанням добрив на берегах дослідженої ділянки річки виконуються все більш інтенсивно. Важливим фактором є збільшення викидів у атмосферу оксидів азоту внаслідок діяльності теплогенеруючих підприємств і приватного сектору.

Не останню роль у цьому процесі відіграють і вихлопні гази автомобілів, кількість яких на берегах Прута зростає з кожним роком. У багатьох випадках для покращення ефективності роботи дизельних двигунів використовують каталізатор на основі карбаміду (азотовмісної сполуки). Внаслідок окислення цього каталізатора утворюється діоксид азоту, який згодом переходить у нітратні сполуки.

Максимальні значення вмісту *фосфат-іонів* (рис. 3.13) були виявлені у пробах води з м. Яремче, причому, в усіх серіях проб, окрім літньої. Як і у випадках із вмістом декількох інших, описаних вище іонів, максимальний вміст фосфатів у пробах літньої серії припадає на пробу №4 (с. Ямна).

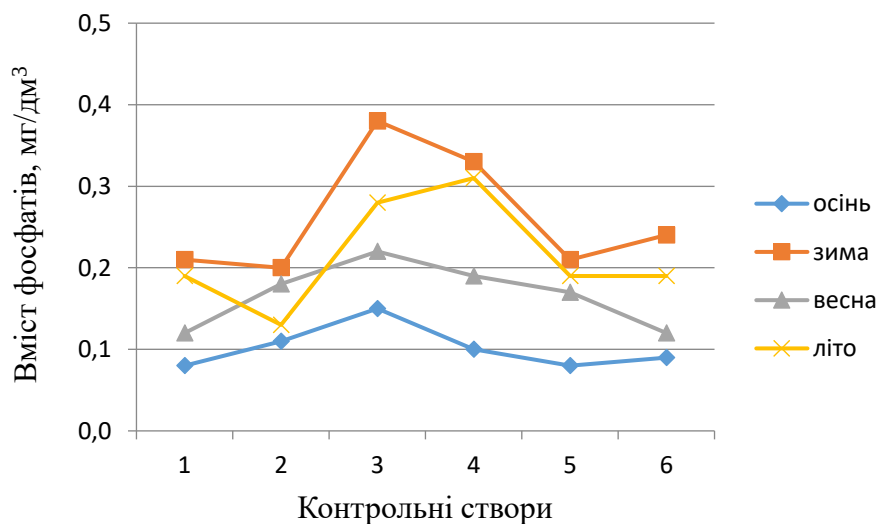


Рис. 3.13 - Зміни вмісту фосфатів

Тут є очевидним вирішальний фактор міських (та сільських) господарсько-побутових стоків (зокрема, з великим вмістом миючих засобів) на процес забруднення р. Прут. Більше того, отримані в даній роботі значення вмісту фосфат-іонів у рази перевищують результати, виявлені у р. Прут у межах м. Яремче попередніми роками (0,049 ... 0,181 мг/дм³ у перерахунку на фосфат-іон; табл. 1.3).

3.3. Результати дослідження вмісту важких металів

у пробах води з р. Прут

Серед всіх важких металів (ВМ) для дослідження процесів антропогенного забруднення р. Прут ми обрали свинець, мідь, цинк та нікель. Концентрації саме цих металів є обов'язковими контрольованими параметрами під час моніторингу якості стічних вод різноманітних об'єктів, у першу чергу – комунально-побутових. Відповідно, для правильної оцінки якості річкових вод необхідно враховувати вміст у них цих металів, які найчастіше потрапляють у річки із стоками антропогенного походження [28, 30].

Як вказувалось вище, у даній роботі ми зосередили увагу на розподілі вмісту деяких ВМ (свинцю, міді, цинку та нікелю) у відібраних пробах за тими ж критеріями, що й макрокомпонентів: мінливість їх вмісту у річковій воді в різні температурні сезони та в різних точках відбору.

Визначення вмісту згаданих ВМ у воді р. Прут виконувалось за допомогою атомно-абсорбційного методу на спектрометрі ААС-115.М-1 за методикою, описаною у розділі 2 (підрозділ 2.3).

У результаті проведених експериментальних досліджень отримано набір числових значень вмісту ВМ (свинцю, міді, цинку та нікелю) у пробах води з р. Прут в околицях м. Яремче. У табл. 3.2 ці значення розділено за сезонами та контрольними створами. Повні протоколи аналізів подані у табл. А.1-А.24 Додатків.

Таблиця 3.2

Зведена таблиця результатів лабораторного визначення
концентрацій ВМ у пробах води з р. Прут

Визначуваний компонент	Одиниця виміру	Сезон	Пункти відбору проб (контрольні створи)					
			п. 1	п. 2	п. 3	п. 4	п. 5	п. 6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Свинець	мкг/дм ³	зима	9,8	8,0	8,2	6,2	5,4	4,5
		весна	12,4	10,8	8,9	8,1	6,2	6,4
		літо	11,0	7,6	5,5	3,3	2,8	2,9
		осінь	10,3	11,0	10,9	7,9	8,2	8,2

продовження табл. 3.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мідь	мкг/дм ³	зима	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,2
		весна	8,9	8,1	7,2	7,3	6,3	6,4
		літо	10,0	6,2	4,5	4,2	4,3	3,8
		осінь	9,4	8,1	6,2	5,4	4,5	4,6
Цинк	мкг/дм ³	зима	5,2	5,5	4,5	3,6	3,6	2,6
		весна	6,3	6,4	5,4	4,5	3,6	2,6
		літо	4,5	6,1	6,0	5,2	4,9	4,3
		осінь	5,8	4,4	4,6	3,5	2,6	2,7
Нікель	мкг/дм ³	зима	22,1	21,8	16,8	13,3	12,7	9,7
		весна	28,6	30,1	31,0	22,9	17,7	16,2
		літо	25,0	18,0	19,0	18,6	17,3	18,0
		осінь	23,3	21,7	22,8	23,7	24,6	19,5

На основі цих даних побудовано графіки розподілу ВМ у пробах води з р. Прут у просторовому та сезонному аспектах.

3.3.1. Розподіл свинцю

На рис. 3.14 показано зміни концентрації свинцю у відібраних пробах. Щодо його вмісту, то якихось специфічних закономірностей в динаміці не спостерігається: він плавно зменшується вгору за течією річки.

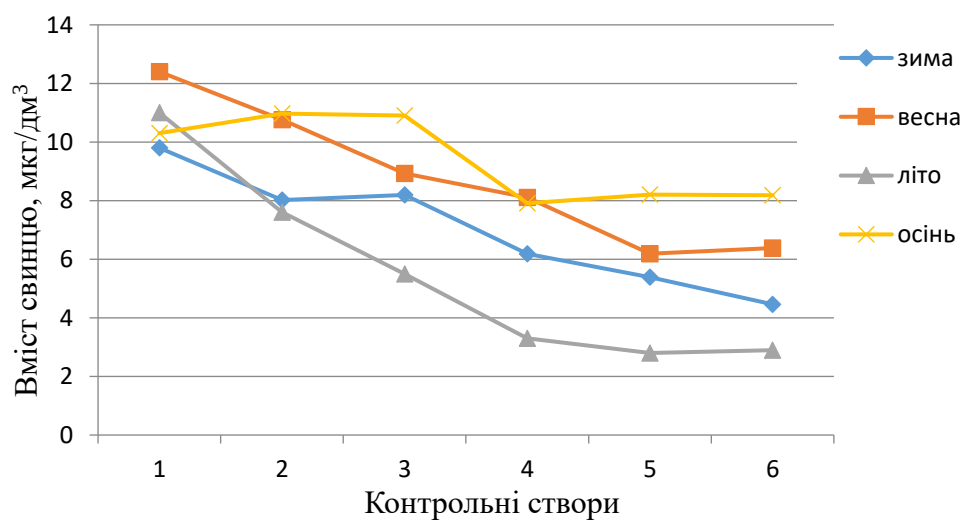


Рис. 3.14 - Розподіл вмісту свинцю у пробах води з р. Прут.

Має місце помірне зниження його кількості у пробах вище м. Яремче та помірне підвищення його концентрації у самому місті та нижче нього за течією. Особливо це помітно в осінніх та зимових пробах. Це свідчить про можливе надходження забруднення з побутовими та промисловими стоками з м. Яремче, а також пов'язане і з інтенсивністю руху автотранспорту на берегах річки в різні сезони.

3.3.2. Розподіл міді

Концентрація сполук міді мало змінюється в міру підйому вверх за течією річки (рис. 3.15). Найбільш чітко це видно на прикладі зимових проб: вміст цього металу практично не змінюється на протязі всієї ділянки досліджень, і лише у верхів'ї помітно зменшується. У літніх пробах вміст міді відносно високий в околицях міста, потім різко знижується і потім практично не змінюється вверх за течією.

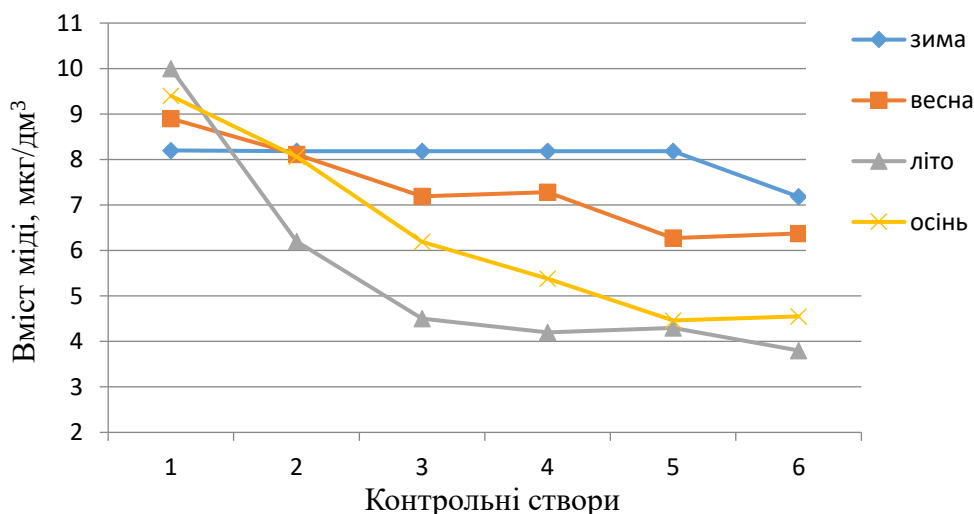


Рис. 3.15 - Розподіл вмісту міді у пробах води з р. Прут.

Найвищі показники вмісту міді виявлено у літніх пробах на нижній ділянці (с. Дора). Причиною може бути акумуляція цих сполук із стоків комунально-побутових об'єктів на берегах верхніх ділянок річки. В інші сезони із зменшенням навантаження на туристичну інфраструктуру району вміст міді у річковій воді змінюється мало.

3.3.3. Розподіл цинку

Щодо розподілу вмісту цинку (рис. 3.16), то на вивченій ділянці він практично рівномірно зменшується ввєрх за течією.

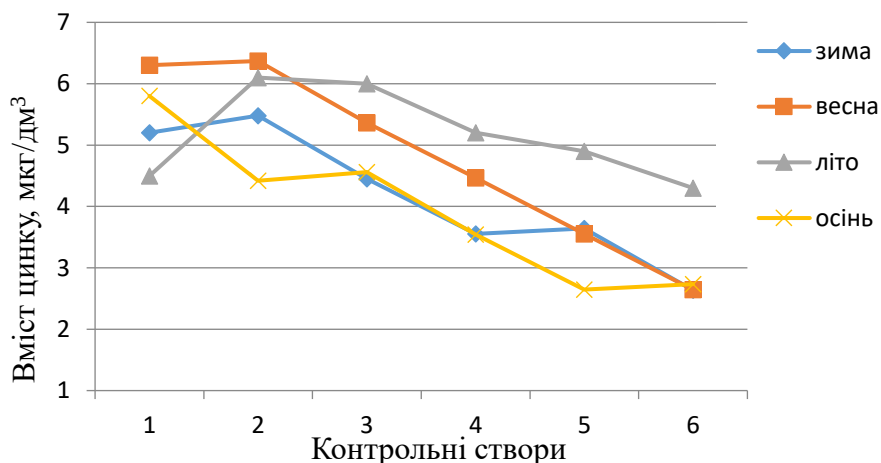


Рис. 3.16 - Розподіл вмісту цинку у пробах води з р. Прут

Ця закономірність спостерігається практично у всі сезони. Як і у випадку з міддю, найвищі показники концентрації цинку виявлено у пробах з нижньої частини течії – у м. Яремче та с. Дора. Вони не перевищують допустимих значень за нормативами для природних вод, але вказують на значний антропогенний вплив на річку. Особливо чітко це видно на прикладі літніх проб, коли настає пік туристичного сезону.

3.3.4. Розподіл нікелю

Із різних сезонів відбору проб за вмістом сполук нікелю чітко відрізняються весняні проби (рис. 3.17). Максимум припадає на пробу в межах міста. Можливим поясненням цього факту може бути те, що у поверхневих водах сполуки нікелю перебувають у розчиненому, завислому й колоїдному станах, кількісне співвідношення між якими залежить від властивостей води, температури й значень рН.

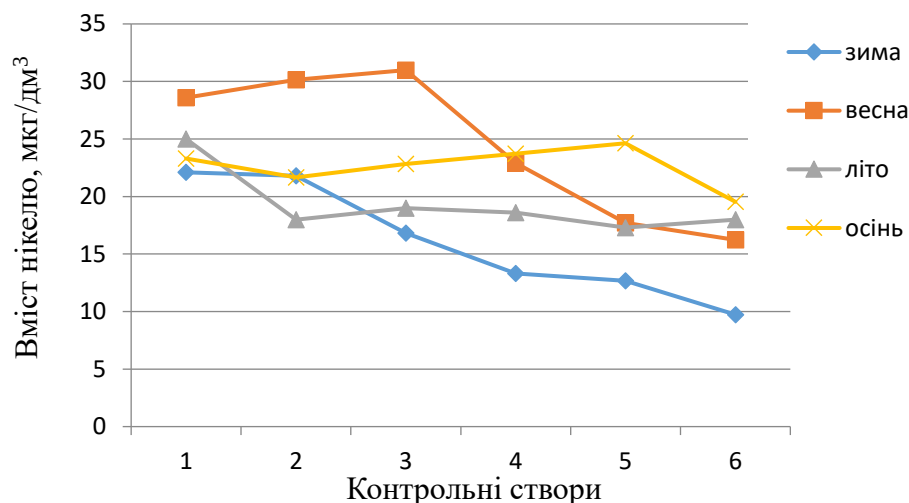


Рис. 3.17 - Розподіл вмісту нікелю у пробах води з р. Прут.

Весняне підвищення температури сприяє переходу іонів нікелю із малорозчинних гідроксидних сполук у розчинні форми.

3.4. Регресійний аналіз сезонної динаміки показників води річки Прут

Для отриманих експериментальним методом значень показників фізико-хімічних властивостей води річки Прут у контрольних створах (таблиця 3.1) побудовано тригонометричні регресійні моделі (2.20). Коефіцієнти тригонометричного полінома першого порядку та коефіцієнти детермінації, обчислені за формулою (2.21), наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Коефіцієнти апроксимаційних моделей (2.20) та коефіцієнти детермінації (2.21) сезонної динаміки показників води р. Прут

Показник	Коефіцієнти моделі та коефіцієнт детермінації	Контрольні створи					
		п. 1	п. 2	п. 3	п. 4	п. 5	п. 6
1	2	3	4	5	6	7	8
рН	a_0	13,73	13,57	13,55	13,90	14,11	14,30
	a_1	-0,04	-0,04	-0,10	-0,07	-0,06	-0,06
	b_1	-0,02	0,02	-0,01	-0,02	0,04	-0,04
	R^2	0,94	1,00	0,99	0,88	1,00	1,00

продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Твердість загальна, мг-екв/дм ³	a_0	8,14	7,61	7,61	7,19	7,12	7,42
	a_1	0,18	0,41	0,60	0,53	0,31	0,23
	b_1	0,10	0,14	0,26	0,03	0,18	0,41
	R^2	0,78	0,93	0,96	0,87	0,98	0,91
Мінералізація, мг/дм ³	a_0	652,41	634,65	648,09	618,67	612,85	647,98
	a_1	16,97	26,60	37,81	33,70	18,96	7,23
	b_1	15,10	17,48	32,22	17,69	14,31	13,94
	R^2	0,90	0,92	0,99	0,96	0,93	0,56
Хімічне споживання кисню (ХСК), мгО/дм ³	a_0	15,79	15,57	16,86	15,81	14,13	14,98
	a_1	0,72	0,60	-0,41	0,34	0,32	0,02
	b_1	0,56	0,32	0,74	0,54	0,84	0,90
	R^2	0,37	0,21	0,25	0,22	0,34	0,40
Гідрокарбонати (HCO_3^-), мг/дм ³	a_0	403,81	391,62	384,11	368,17	366,75	396,76
	a_1	2,82	8,95	6,40	14,18	12,22	4,94
	b_1	4,46	8,08	14,68	12,86	9,73	11,70
	R^2	0,26	0,50	0,32	0,84	1,00	0,83
Хлориди (Cl^-), мг/дм ³	a_0	20,49	19,36	23,06	21,57	19,37	19,27
	a_1	0,76	0,93	0,77	1,07	0,49	0,99
	b_1	2,36	1,38	2,23	0,97	1,16	1,00
	R^2	0,32	0,34	0,27	0,24	0,86	0,55
Сульфати (SO_4^{2-}), мг/дм ³	a_0	57,37	54,94	64,45	57,55	60,26	57,56
	a_1	1,61	1,58	1,57	2,80	1,64	0,57
	b_1	1,86	1,13	2,17	0,25	0,61	0,11
	R^2	0,84	0,33	0,80	0,70	0,39	0,97
Кальцій (Ca^{2+}), мг/дм ³	a_0	134,12	122,00	121,38	110,60	115,95	122,14
	a_1	2,13	3,59	8,45	3,21	3,06	0,91
	b_1	1,32	1,45	4,26	3,72	0,41	2,69
	R^2	0,35	0,33	0,90	0,33	0,31	0,41
Амоній (NH_4^+), мг/дм ³	a_0	1,22	1,14	1,38	1,26	1,06	1,11
	a_1	0,02	0,08	0,03	0,03	0,07	0,08
	b_1	0,03	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06
	R^2	0,46	0,69	0,80	0,83	0,75	0,28
Нітрити (NO_2^-), мг/дм ³	a_0	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04
	a_1	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
	b_1	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	R^2	0,39	0,97	0,83	0,39	0,37	0,46
Нітрати (NO_3^-), мг/дм ³	a_0	7,22	7,61	9,24	7,53	8,35	7,80
	a_1	0,11	0,42	0,89	0,21	0,71	0,27
	b_1	0,13	0,09	0,47	0,17	-0,07	0,02
	R^2	0,35	0,81	0,94	0,19	0,76	0,86
Фосфати (PO_4^{3-}), мг/дм ³	a_0	0,30	0,32	0,53	0,47	0,33	0,33
	a_1	0,02	0,04	0,05	0,04	0,04	0,02
	b_1	0,01	0,02	0,05	0,01	0,00	0,03
	R^2	0,15	0,97	0,39	0,15	0,44	0,24

Апроксимаційні моделі регресії з використанням тригонометричного полінома (2.20) побудовано також для показників вмісту важких металів у воді річки Прут. Коефіцієнти моделей та коефіцієнти детермінації наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Коефіцієнти апроксимаційних моделей (2.20) та коефіцієнти детермінації (2.21) сезонної динаміки вмісту важких металів у воді р. Прут.

Показник	Коефіцієнти моделі	Контрольні створи					
		п. 1	п. 2	п. 3	п. 4	п. 5	п. 6
1	2	3	4	5	6	7	8
Свинець мкг/дм ³	a_0	22,01	18,80	16,70	13,00	11,25	10,96
	a_1	0,84	-0,20	-1,51	-1,31	-1,47	-0,97
	b_1	0,83	0,47	0,20	1,34	0,18	0,09
	R^2	0,87	0,04	0,33	0,37	0,31	0,13
Мідь мг/дм ³	a_0	18,12	15,40	13,32	12,94	11,99	11,35
	a_1	0,77	-0,93	-1,59	-1,61	-1,58	-1,34
	b_1	-0,70	0,66	1,50	1,98	1,76	1,76
	R^2	0,98	0,76	1,00	0,99	0,85	0,98
Цинк мкг/дм ³	a_0	11,03	11,42	10,29	8,46	7,39	6,00
	a_1	-0,26	0,54	0,80	0,88	0,73	0,77
	b_1	0,60	0,74	-0,05	0,00	-0,03	-0,61
	R^2	0,35	0,83	0,94	0,89	0,45	0,76
Нікель мкг/дм ³	a_0	50,17	47,24	46,12	39,23	39,23	31,13
	a_1	2,06	-0,64	2,13	2,37	2,37	3,43
	b_1	2,14	5,92	4,69	-0,69	-0,69	-3,17
	R^2	0,87	0,72	0,48	0,18	0,18	0,61

У таблицях 3.3 та 3.4 виділені середні та високі коефіцієнти детермінації, які свідчать про тісноту зв'язку між експериментальними та отриманими на основі моделей значеннями відповідних показників. Високі та середні значення R^2 у контрольному створі п. 6 вверх за течією свідчать про сезонність змін значень показників, зумовлених природними чинниками. До таких показників належать зокрема рН, загальна твердість та мінералізація, які добре описує модель (2.20) і в інших контрольних створах. Це свідчить про відсутність впливу антропогенних чинників на ці показники.

Високі значення R^2 у контрольних створах п. 6, п. 5 та п. 4 для гідрокарбонатів та у контрольних створах п. 6 та п. 5 для хлоридів свідчать про наявність природного впливу на сезонність цих показників. Зменшення значень коефіцієнтів для цих показників у інших контрольних створах можуть бути зумовлені антропогенним впливом.

Подібний природний вплив на сезонність спостерігається і для вмісту сульфатів. Низькі коефіцієнти детермінації у контрольних створах п. 5 та п. 2 свідчать про певний антропогенний вплив, який призводить до відхилень експериментальних значень від отриманих за допомогою моделі. Але відновлення високих значень R^2 у контрольних створах нижче за течію свідчить про здатність річки до відновлення природної періодичної залежності вмісту цих іонів.

Експериментальні значення хімічного споживання кисню характеризуються слабким зв'язком з моделлю у контрольному створі п. 6, для якого коефіцієнт детермінації є найвищим ($R^2 = 0,40$). Нижче за течією цей показник змінюється внаслідок антропогенного впливу, про що свідчить зниження цього показника.

Для вмісту амонію високі значення R^2 отримані у контрольних створах п. 5, п. 4, п. 3 та п. 2, а у п. 6 та п. 1 цей коефіцієнт набуває низьких значень. Це може бути результатом впливу сезонності, але зумовленої не природними, а антропогенними чинниками, зокрема збільшенням кількості людей, які відпочивають у певні сезони. Подібний вплив можна зауважити і для вмісту кальцію, нітритів та фосфатів, оскільки моделювання вмісту цих показників характеризується високими коефіцієнтами детермінації у контрольних створах ділянок річки, що зазнають сезонного антропогенного впливу.

Вміст нітратів найімовірніше зумовлений поверхневим стоком з ділянок, які використовуються для землеробства та знаходяться вздовж усієї течії річки Прут. Тому коефіцієнт детермінації буде високим у контрольних створах п.6, п. 5, п. 3 та п. 2 і набуватиме низьких значень у п. 4 та п. 1, що зумовлене антропогенним впливом міста Яремче та нижче за течією.

Вміст важких металів у воді має сезонну динаміку, зумовлену природними чинниками, для міді, цинку та нікелю, про що свідчать високі значення R^2 у контрольних створах п. 6 та нижче вздовж ділянки річки, що досліджувалася. Зниження цього показника у контрольних створах в межах міста для деяких металів зменшувалося, що зумовлено антропогенним впливом.

Для свинцю найбільш чітку сезонну динаміку отримано у створі п. 1, розташованому найнижче за течією, що свідчить про антропогенний вплив, зумовлений зміною кількості автотранспорту залежно від сезону. В інших контрольних створах сезонних змін не виявлено.

Таким чином, у показниках, які характеризують фізико-хімічні властивості води та вміст важких металів, наявна сезонна динаміка, зумовлена як природними, так і антропогенними чинниками.

3.5. Результати вивчення хімічного складу донних відкладень

р. Прут в околицях м. Яремче

Донні відкладення (ДВ) здатні концентрувати різноманітні забруднюючі речовини, зокрема важкі метали. З часом внаслідок очищення річок відбувається міграція забруднювачів з відвалів у ґрунти, а з ґрунту – у рослинність. У зв'язку з цим такі донні відкладення можуть бути вторинним джерелом забруднення навколишнього середовища. Крім того, через замулення річки значно підвищується рівень ґрунтових вод, що завдає шкоди житловим будинкам та промисловим об'єктам [25, 96].

Враховуючи викладене вище, для виявлення інтенсивності і масштабу антропогенного впливу на річку, актуальним є фізико-хімічне дослідження саме донних відкладень. Воно дозволяє виявити джерела відповідного поверхневого забруднення та вторинного забруднення води з цих відкладень [30, 35].

Місця відбору проб донних відкладень у даному підрозділі роботи не співпадають з місцями відбору проб води для гідрохімічних досліджень. Причиною цього є значна крутизна берегів та швидкість течії.

Проби ДВ відбирались у теплу пору року (вересень 2020 р.) у 4-х точках (пунктах спостережень). У кожному із вказаних пунктів спостереження відбирались проби пісково-галькових донних відкладень відповідно до діючих нормативних документів. Основну увагу приділено ділянці річки Прут перед місцем скидання у неї очищених стічних вод з ДП «Яремчеводоканал», у місці скидання та після нього.

Для визначення повного комплексу фізико-хімічних показників відібрані проби ДВ пакувались відповідно до встановлених НД вимог і доставлялись у НДЛ ЕБ ЛДУ БЖД.

Загальна схема району досліджень та місця відбору проб донних відкладень зображені на рис. 3.18.

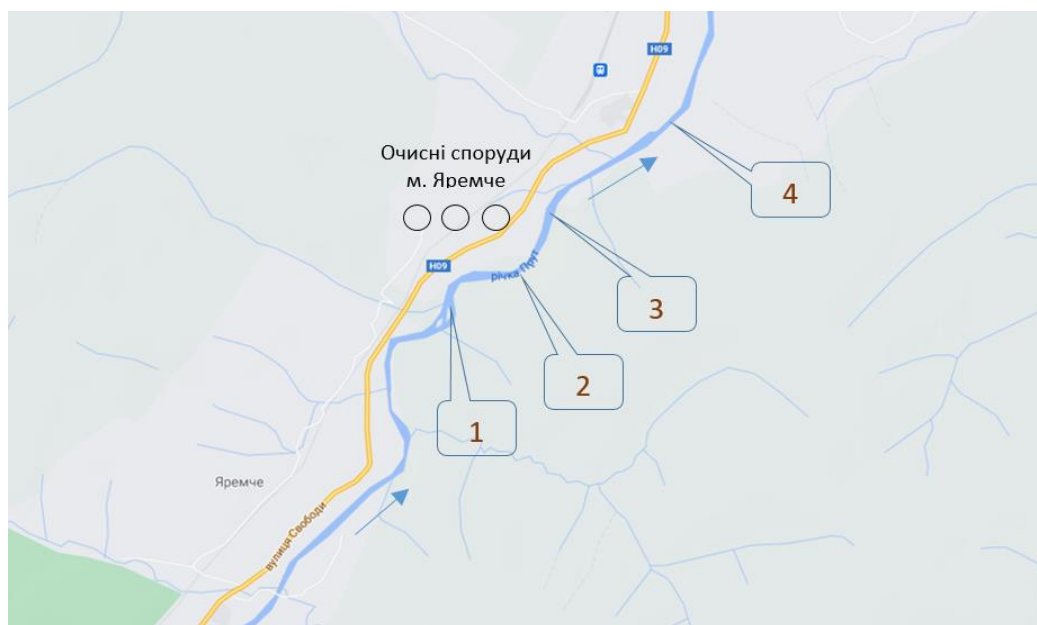


Рис. 3.18 - Схема району досліджень та точок відбору проб донних відкладень

Перша точка відбору проб (пункт спостережень) розташована на 100 м вище виходу труби скидання очищених стічних вод ДП «Яремчеводоканал»; друга – навпроти виходу цієї труби (у місці скидання); третя – бл. 100 м нижче за течією від місця скидання; четверта – бл. 300 м після місця скидання.

Відібрані проби являли собою мулово-піщану суміш із вкрапленнями дрібної гальки. Маса кожної з відібраних проб становила близько 1 кг. Після доставки у НДЛ екологічної безпеки ЛДУ БЖД вони були доведені до повітряно-сухого стану.

Із даних проб було виготовлено водні витяжки, у яких методами хімічного аналізу було визначено вміст основних забруднюючих компонентів. Загалом, у кожній пробі визначали 12 параметрів, але для розкриття теми дослідження було вибрано числові значення найбільш показових із них. Повні протоколи аналізів подані у табл. Б.1-Б.4 Додатків.

Частина отриманих результатів (найбільш репрезентативні) представлені у табл. 3.5 та на рис. 3.19. З метою більш наочної подачі матеріалу на гістограмі числові значення величини сухого залишку та вмісту нітратів поділені на 2.

Таблиця 3.5

Гідрохімічні показники проб донних відкладень р. Прут

Точка відбору	Вміст компонента, мг/кг						
	pH	Сух. зал.	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	Нафто-прод.
Перед місцем скидання	8,2	326	28,2	82,1	163,2	12,6	5,6
В місці скидання	8,1	356	31,2	102,5	232,6	16,2	10,2
За місцем скидання (бл. 100 м)	7,8	362	48,6	91,6	328,5	23,1	18,9
За місцем скидання (бл. 300 м)	8,0	346	38,5	83,4	294,1	19,4	9,4

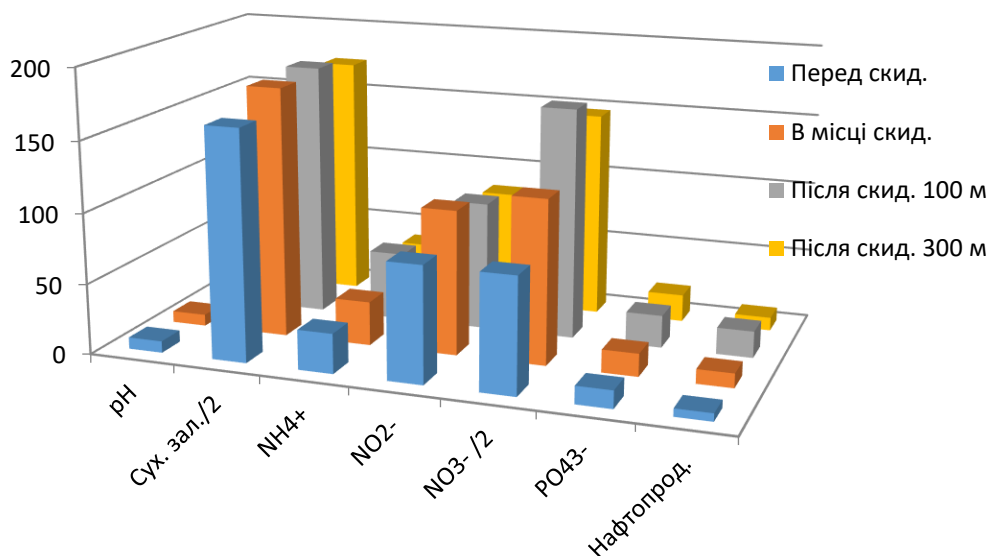


Рис. 3.19 – Розподіл основних компонентів-забруднювачів у пробах донних відкладень з річки Прут

Як видно з таблиці 3.5 та рисунку, перед місцем скидання очищених стічних донні відкладення містять відносно малі кількості компонентів-забруднювачів. Проте варто звернути увагу на декілька важливих моментів.

Зокрема, накопичення у ДВ вище місця скидання стічних вод солей амонію, нітритів та нітратів, які є легкорозчинні, очевидно, пов'язане із значними сорбційними властивостями річкового мулу, який не дає цим іонам вимиватись течією [112]. У місці скидання стічних вод міста вміст згаданих іонів наростає і досягає максимуму у точці 3 – на відстані бл. 100 м нижче від місця скидання. Дальше за течією їх кількість плавно зменшується.

Викликає занепокоєння факт наявності нафтопродуктів у донних відкладеннях на дослідженій ділянці. Попередні дослідження річки Прут в околицях м. Яремче (2010-2015 рр.), які виконувало ДП «Яремчеводоканал», не виявляли помітних кількостей нафтопродуктів ні у річковій воді, ні у стічній, ні у ДВ. Очевидно, постійне зростання кількості автомобільного транспорту на берегах цієї курортної річки неминуче призводить до потрапляння у неї продуктів неповного згорання палива, неконтрольованих його розливів тощо.

Окремо слід відмітити розподіл концентрацій фосфатів у досліджених пробах ДВ. Їх джерело потрапляння у річку відноситься, здебільшого, до житлово-комунальної сфери прибережних населених пунктів [57]. Це стосується і проби, відібраної вище місця скидання міських стічних вод, і проби біля місця скидання, і нижче за течією. Зрозуміло, що значний внесок у збільшений вміст фосфатів у пробі № 3 вносять також і міські стічні води, в яких навіть після очищення концентрація фосфат-іонів залишається досить високою (табл. 3.5).

Очевидно, проблема зниження вмісту фосфат-іонів у міських стічних водах у даний час залишається актуальною для м. Яремче. Про це згадували в особистій розмові і керівники КОС ДП «Яремчеводоканал», тому нами було прийнято рішення дослідити сучасні способи зниження вмісту фосфат-іонів у стічних водах. За основу ми взяли результати авторів [87, 88], які вивчали ефективність вилучення фосфат-іонів із водних розчинів за допомогою природного глинистого сорбенту бентоніту, активованого мікрохвильовим випромінюванням.

3.6. Оцінка роботи очисних споруд м. Яремче за гідрохімічними показниками річки Прут

У місті Яремче працюють загальноміські каналізаційні очисні споруди (КОС), які очищають стічні води житлового сектору міста та декількох невеликих підприємств. Приватний житловий сектор, як і новозбудовані відпочинкові котеджі і розважальні заклади, не завжди підключені до центральної каналізаційної системи міста. Частина з них має свої локальні очисні споруди (ЛОС), а частина користується традиційними засобами – вигрібні ями, септики тощо.

У даному підрозділі ми наводимо результати вивчення гідрохімічних параметрів води з річки Прут у межах міста Яремче, безпосередньо біля місця скиду у річку очищених стічних вод з міських КОС. На відміну від проб, описаних у підрозділі 3.1 (загальна характеристика якості води у річці), тут ми

зосереджуємось саме на пункті спостереження біля місця скиду очищених стічних вод [4, 34].

У розділі 1 описано результати багаторічних досліджень стічних вод м. Яремче лабораторією ДП «Яремчеводоканал». Маючи усереднені дані про вміст шкідливих компонентів у стічних водах на виході з КОС (дані згаданої лабораторії, табл. 1.7), ми вирішили порівняти їх із пробами, відібраними безпосередньо з річки, трохи нижче за течією. На основі лабораторного дослідження проб води у цій точці можна оцінити ефективність роботи цієї, окремо взятої КОС, а також провести певні узагальнення і розробити пропозиції щодо збереження й покращення житлового та рекреаційного потенціалу курортної зони в цілому.

Проби води з р. Прут відбирались поквартально протягом 2020 р. Місце відбору вибрано на 500 м нижче за течією від точки виходу до річки стічної труби КОС м. Яремче. Проби відбирались за принципом «середньої проби»: на різних відстанях від берега набирали по 0,5 л води, які потім змішували. Лабораторне дослідження відібраних проб здійснювалось у НДЛ екологічної безпеки ЛДУ БЖД.

Серед багатьох гідрохімічних параметрів досліджених проб ми вибрали найбільш інформативні (на наш погляд). Більш того, саме ці показники перевіряють контролюючі органи у процесі інспектування роботи очисних споруд. Їх числові значення наведені у табл. 3.6. Повні протоколи аналізів подані у табл. В.1-В.4 Додатків.

Таблиця 3.6

Результати хімічного аналізу проб води з р. Прут в м. Яремче
нижче точки скиду очищених стічних вод (ОСВ)

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Квартал				Норматив (для ОСВ на виході з КОС)
			1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Амоній - іон	мг/дм ³	1,91	1,93	1,93	1,88	2,0

продовження табл. 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8
2.	Нітрити	мг/дм ³	0,13	0,16	0,17	0,12	0,16
3.	Нітрати	мг/дм ³	4,46	4,76	4,71	4,21	6,0
4.	Хлориди	мг/дм ³	26,6	28,9	28,8	24,9	35,0
5.	Сульфати	мг/дм ³	28,4	29,4	30,7	28,6	35,0
6.	Сухий залишок	мг/дм ³	216	221	210	168	250
7.	Завислі речовини	мг/дм ³	12,7	13,3	17,2	12,6	15,0
8.	Нафтопродукти	мг/дм ³	0	0,1	0	0,10	0,0
9.	СПАР	мг/дм ³	0,16	0,17	0,15	0,14	0,20
10.	ХСК	мгО/дм ³	25,6	22,3	24,3	23,6	< 80
11.	БСК	мгО/дм ³	12,1	11,9	13,7	12,6	15,0
12.	Фосфати	мг/дм ³	0,17	0,16	0,18	0,19	0,17

Як видно з табл. 3.6, значних перевищень нормативних значень концентрацій забруднювачів не спостерігається. Винятками є хіба що поодинокі випадки підвищеного вмісту фосфатів (3-й і 4-й квартали). Аналогічні перевищення по вмісту фосфатів спостерігались і в даних лабораторії ДП «Яремчоводоканал» (розд. 1, табл. 1.7).

У будь-якому випадку комунальним службам та керівництву міста слід звернути значну увагу на стан міських КОС. Забруднення води біогенними іонами є небезпечним, оскільки ці сполуки є хімічними каталізаторами процесу антропогенного евтрофування поверхневих вод (т. зв. «цвітіння води»). Забруднення поверхневих вод неминуче призводить до потрапляння полютантів у підземні горизонти, а з них – у питну воду.

3.7. Очищення стічних вод від надлишку фосфатів за допомогою бентоніту, активованого мікрохвильовим випромінюванням

У даній роботі проведено декілька серій експериментальних досліджень щодо очищення стічних вод від надлишку фосфатів із використанням згаданого сорбенту [4, 31 та ін.].

Об'єктами дослідження виступали проби стічних вод різних установ.

Перша проба – очищені стічні води, відібрані на виході з очисних споруд міста Яремче; другою пробою з метою порівняння взято очищені стічні води на виході з очисних споруд м. Львова. Для з'ясування можливості вилучення фосфатів із неочищених стічних вод була відібрана третя проба – неочищені стічні води ЛДУ БЖД із загального колектора перед скидом їх у міську каналізацію.

Відбір усіх згаданих проб проводився у листопаді 2020 року. Підготовка проб для досліджень здійснювалась за стандартними методиками.

3.7.1. Фазовий аналіз сорбенту

Рентгенофазовим аналізом дифрактограми взятого для досліджень нативного зразка бентоніту встановлено, що у його складі присутні 4 мінерали у приблизно рівних кількостях: монтморилоніт (бл. 35 % ат.); гідрослюда (бл. 22% ат.); кварц (бл. 20 % ат.) та хлорит (бл. 18 % ат.); серед домішок - кальцит, силвініт та інші мінерали. Дифрактограма нативного зразка бентоніту (CuK_{α} – випр.) після відповідної цифрової обробки наведена на рис. 3.20.

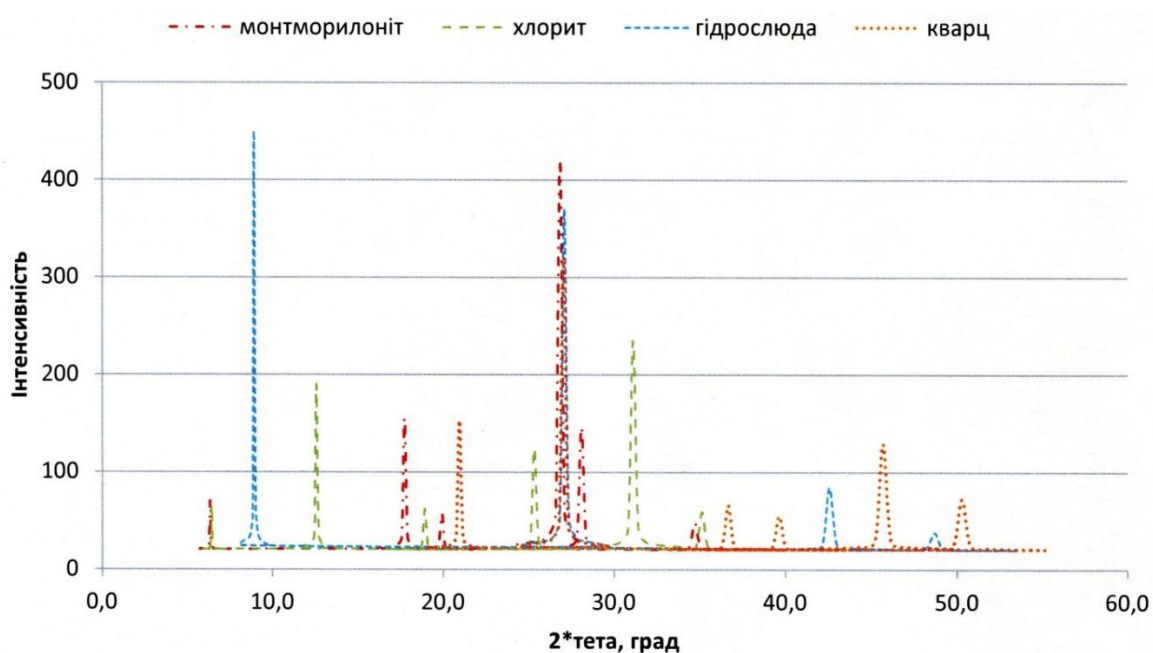


Рис. 3.20 - Результати рентгенофазового аналізу дифрактограми нативного зразка бентоніту ($\text{CuK}\alpha$ – випр.).

3.7.2. Сорбційні дослідження

У результаті аналітичного етапу досліджень було отримано набір числових значень концентрацій фосфатів у пробах стічних вод згаданих вище підприємств до та після очищення їх бентонітом різних серій.

Зокрема, використовувався необроблений бентоніт (нативний, серія «nat»), опромінений у дистильованій воді з подальшою промивкою (стимульований, серія «stim») та опромінений безпосередньо у стічній воді (прямого опромінення, серія «DIR»).

Детальніше процедури підготовки сорбенту відповідних серій описані у розділі 2 (п. 2.5).

Початкові концентрації фосфат-іонів у відібраних пробах стічних вод становили: $0,23 \text{ мг/дм}^3$ (проба з очисних споруд м. Яремче); $0,19 \text{ мг/дм}^3$ (проба з очисних споруд м. Львова) та $6,85 \text{ мг/дм}^3$ (проба з каналізаційного колектора ЛДУ БЖД).

На рис. 3.21 – 3.23 зображено графіки зміни концентрацій фосфат-іонів у стічних водах (нативних та розбавлених) після виходу їх з КОС м. Яремче, КОС м. Львова та неочищених стічних вод ЛДУ БЖД, відповідно.

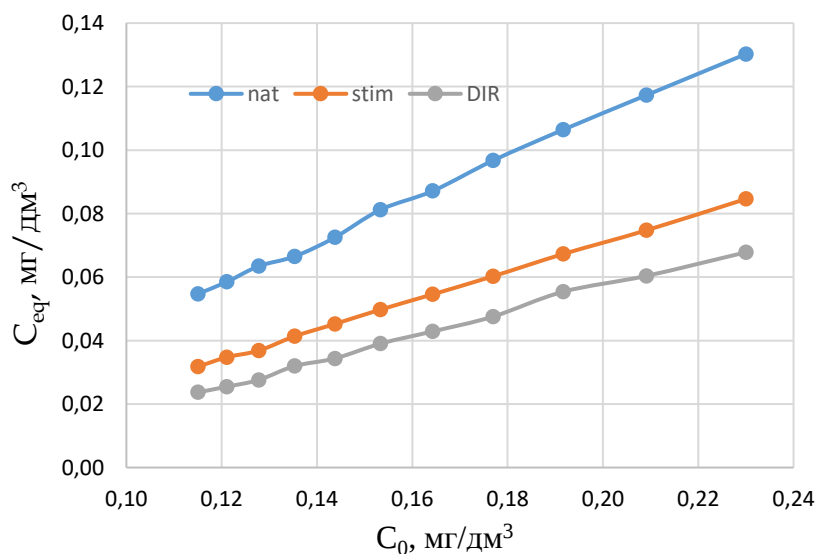


Рис. 3.21 - Зміна концентрації фосфат-іонів у очищених стічних водах

до (C_0) та після (C_{eq}) сорбційного доочищення бентонітом (проба з м. Яремче).

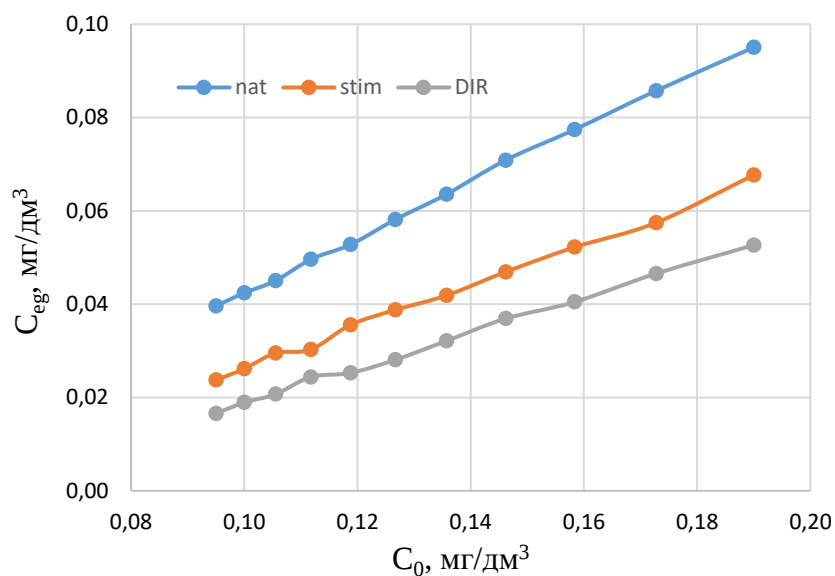


Рис. 3.22 - Зміна концентрації фосфат-іонів у очищених стічних водах до (C_0) та після (C_{eq}) додаткового сорбційного очищення бентонітом (проба з м. Львова).

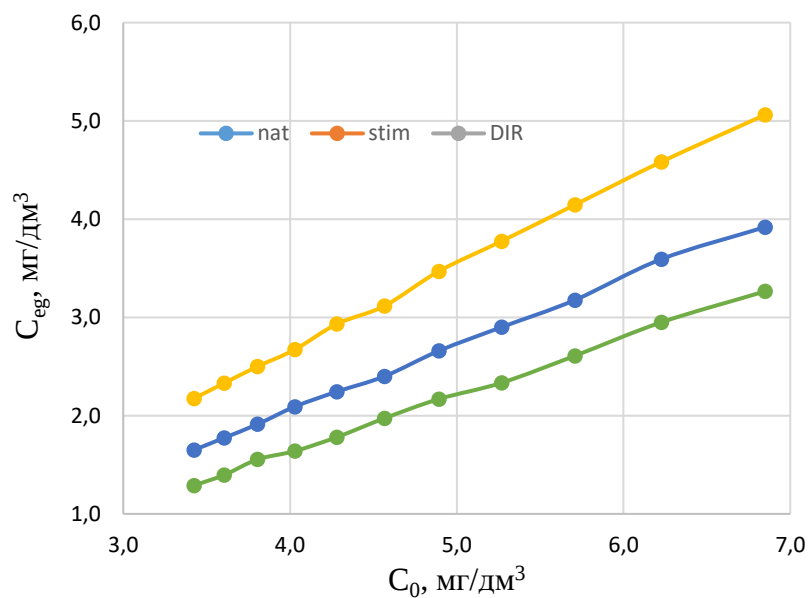


Рис. 3.23 - Зміна концентрації фосфат-іонів у неочищених стічних водах до (C_0) та після (C_{eq}) сорбційного очищення бентонітом (проба з ЛДУ БЖД).

Як видно з поданих графіків, опромінений мікрохвилями бентоніт значно краще сорбує фосфат-іони із стічних вод, ніж необроблений (нативний). Ці результати добре узгоджуються із даними авторів [87].

Із двох способів опромінення – стимуляція та пряме опромінення – кращі результати дає другий спосіб. Однак, у технічному плані використання такого методу на реальних очисних спорудах має ряд труднощів, які детальніше описані у розділі 4 [128, 129].

На основі числових значень вмісту фосфат-іонів у пробах стічних вод до та після сорбційного очищення їх бентонітом було розраховано значення ступенів (у частках від одиниці) вилучення цих іонів із досліджуваних проб (табл. 3.7).

Таблиця 3.7.

Ступені вилучення фосфат-іонів із проб стічних вод нативним сорбентом та після мікрохвильової активації його різними способами

№ серії	Спосіб обробки сорбенту	Ступінь розбавлення										
		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Очищені стічні води, м. Яремче												
1	“nat”	0,435	0,439	0,441	0,463	0,474	0,484	0,487	0,494	0,502	0,528	0,531
2	“stim”	0,634	0,637	0,659	0,658	0,661	0,675	0,687	0,691	0,718	0,710	0,727
3	“DIR”	0,706	0,712	0,714	0,720	0,743	0,741	0,768	0,761	0,785	0,789	0,799
Очищені стічні води, м. Львів												
4	“nat”	0,481	0,500	0,514	0,516	0,534	0,537	0,554	0,556	0,575	0,589	0,593
5	“stim”	0,647	0,652	0,670	0,684	0,681	0,702	0,703	0,728	0,724	0,746	0,741
6	“DIR”	0,723	0,728	0,747	0,744	0,756	0,768	0,779	0,793	0,803	0,801	0,814
Нечищені стічні води, ЛДУ БЖД												
7	“nat”	0,260	0,266	0,286	0,287	0,302	0,304	0,316	0,326	0,338	0,354	0,358
8	“stim”	0,415	0,436	0,444	0,455	0,459	0,476	0,477	0,483	0,504	0,507	0,517
9	“DIR”	0,527	0,538	0,542	0,549	0,554	0,577	0,586	0,588	0,591	0,609	0,613

Для розрахунків використано формулу (3.1):

$$K = \frac{C_0 - C_{eq}}{C_0} \quad (3.1)$$

де K – ступінь вилучення фосфат-іонів; C_0 – початкова концентрація цих іонів у пробі; C_{eq} – їх рівноважна концентрація (після вилучення).

Як видно з цієї таблиці, найкращі показники ступеня вилучення фосфат-іонів із стічних вод отримано при застосуванні бентоніту у серії «прямого опромінення – DIR». Розбавлення цих вод сприяє зростанню ступеня вилучення фосфат-іонів.

3.7.3. Вплив кислотності середовища

Кислотність 5%-ї водної суспензії дослідженого зразка бентоніту становила 7,2. Таке значення рН характерне для бентонітів (Na,K)-го типу [20]. Ступінь набухання становив близько 2, що також відповідає згаданому типу бентонітових глин.

Початкові значення рН проб нерозбавлених стічних вод з м. Яремче, м. Львова та з ЛДУ БЖД становили 6,5, 6,9 та 7,4, відповідно. Після додавання відповідних кількостей NaOH або HCl отримано нові робочі проби з іншими значеннями рН. У результаті отримано залежності, зображені на рис. 3.24.

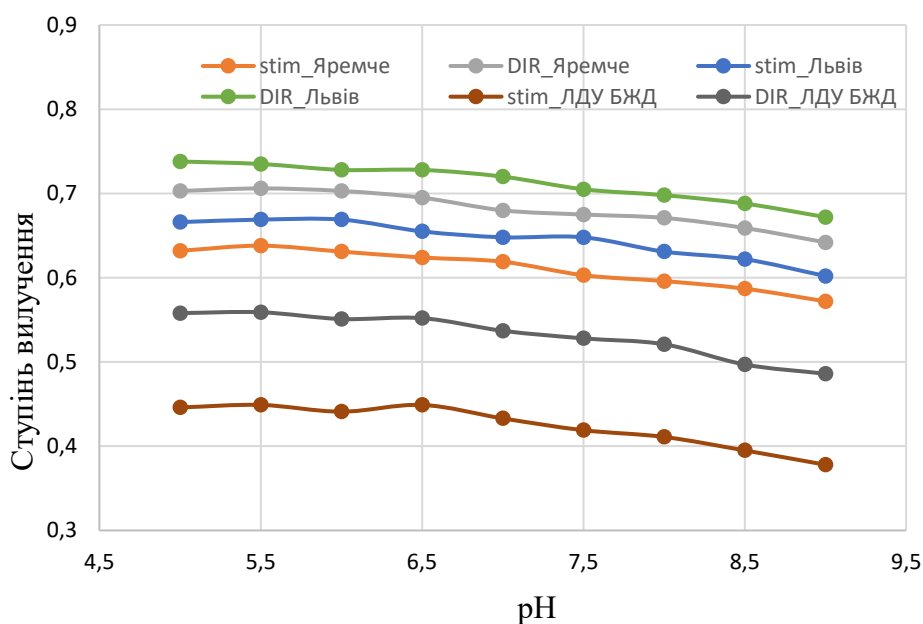


Рис. 3.24 - Залежності ступеня вилучення фосфат-іонів від кислотності

середовища.

Як видно з поданих графіків, ступінь вилучення фосфат-іонів із стічних вод за допомогою бентоніту дещо зростає із зменшенням рН (більш кисле середовище).

3.8. Результати вивчення екологічного впливу діяльності КНПП на якість води в р. Прут

Значна кількість туристів, які щороку відвідують КНПП, не може не впливати на екологічний стан води в р. Прут. Мова йде не тільки про неминуче засмічення (навмисне чи з необережності) рекреантами берегів річки і, відповідно, її води. Це і викиди в повітря від спалювання палива для обігріву приміщень, і скиди стічних вод об'єктів інфраструктури КНПП і т. ін.

Значний внесок у цей процес здійснюють атмосферні опади (дощ, сніг), які змивають у річку Прут як ґрунтові забруднення, так і продукти життєдіяльності об'єктів інфраструктури КНПП. Не останнє місце у цьому питанні займають типи, структура і фізико-хімічні властивості ґрунтів на берегах річки.

3.8.1. Вплив туристичної діяльності

В організаційно-управлінському плані Карпатський НПП розділений на дванадцять природоохоронних науково-дослідних відділень (ПОНДВ). Найбільш відвідуваним є Говерлянське ПОНДВ, територія якого і стала об'єктом нашого дослідження.

Річне рекреаційне навантаження на природні екосистеми Карпатського НПП можна розділити на 2 періоди: з комфортними погодними умовами і дискомфортними. Зокрема, в пізньо-осінній, зимовий та ранньо-весняний період навантаження зменшується (сніговий покрив, сильні дощі та загальне зниження середньодобової температури повітря).

Наприклад, автор [103] вважає, що період з комфортною погодою починається у КНПП з 1 травня і закінчується приблизно 30 вересня, оскільки в квітні та жовтні на маршрутах досить часто за останні 10-15 років лежить сніг і температура наближається до нуля або є від'ємною.

Для нашого дослідження із даних офіційного сайту КНПП [62] та у спілкуванні з працівниками парку (дані із журналів реєстрації відвідувачів) ми отримали щомісячні кількості рекреантів з травня 2019 по квітень 2020 р. (табл. 3.8).

Таблиця 3.8.

Динаміка відвідування території Говерляньського ПОНДВ з травня 2019 по квітень 2020 року (за даними журналів реєстрації)

Місяці	Кількість відвідувачів, осіб	Днів у місяці	Навантаження, осіб/день	
			Помісячно	Середнє за період
Травень	2626	31	84,7	222,7 (комфортний період)
Червень	6116	30	203,9	
Липень	9102	31	293,6	
Серпень	11351	31	366,2	
Вересень	4957	30	165,2	
Жовтень	1684	31	54,3	24,0 (дискомфортний період)
Листопад	1467	30	48,9	
Грудень	250	31	8,1	
Січень	158	31	5,1	
Лютий	270	28	9,6	
Березень	477	31	15,4	
Квітень	789	30	26,3	

Як видно із таблиці 3.8, у дискомфортний період року (з 1 жовтня по 30 квітня) середня кількість рекреантів становила 24,0 осіб/добу. Очевидно, таке рекреаційне навантаження не приносить шкоди природним екосистемам, таким як г. Говерла та, відповідно, р. Прут. Тут необхідно згадати, що з березня 2020 р. розпочався період вимушеного локдауну через відому пандемію, тому дані сильно змінились [27].

У той же час, у комфортний період року (до введення локдауну) кількість рекреантів була значно більшою і становила, відповідно, 222,7 осіб/добу. Таке рекреаційне навантаження, очевидно, є потенційно небезпечним з точки зору забруднення р. Прут сміттям та продуктами життєдіяльності великих туристичних груп [12].

На закінчення слід додати, що у вказаній у табл. 3.8 кількості туристів, які відвідують КНПП, взяті із офіційних журналів реєстрації. На жаль, дуже багато незареєстрованих відпочивальників проникають на територію КНПП, оминаючи пости реєстрації. Вони ведуть себе, як правило, не зовсім адекватно, залишають після себе цілі гори поліетиленових пакетів, пластикового та скляного посуду, залишки їжі тощо. Усе це неминуче змивається атмосферними опадами у найближчий яр, а з нього – у р. Прут.

Автор дослідження, який народився і виріс у м. Яремче, із власного досвіду може стверджувати, що кількість таких «нелегальних» відпочивальників значно перевищує кількість зареєстрованих. Точних цифр, звичайно, у автора немає, але цей неприємний факт також потрібно враховувати під час вивчення антропогенного впливу рекреаційних об'єктів на екологічний стан річкової води.

3.8.2. Дослідження рН та загальної мінералізації атмосферних опадів та водних витяжок з ґрунтів

Проби дощу на території парку відбирались влітку 2019 р. на відкритих ділянках, зокрема, на метеопостах в Підліснівському, Женецькому та Говерлянському лісництвах. Дощові води збирались протягом відповідного місяця (пр. 1 – червень, пр. 2 – липень, пр. 3 – серпень) за вимогами НД [58].

Проби снігу відбирались взимку 2019-2020 рр. (пр. 1 – грудень, пр. 2 – січень, пр. 3 – лютий) на тих же метеопостах. Проби відстоювались та фільтрувались через марлевий фільтр для відділення грубих сторонніх предметів.

Проби ґрунтів відбирались згідно вимог цього ж НД [58] на тих же метеопостах одночасно з пробами дощової води (пр. 1 – червень, пр. 2 – липень, пр. 3 – серпень). З них готувались водні витяжки за методикою, описаною у підрозділі 3.4 розділу 3. Проби відстоювались та фільтрувались через марлевий фільтр.

Усього було відібрано та досліджено по 9 проб кожного виду (дощ, сніг, ґрунт). У всіх пробах портативними приладами визначались кислотність (рН) та загальна мінералізація (табл. 3.9).

Таблиця 3.9.

Фізико-хімічні показник проб атмосферних опадів та ґрунтів
на території КНПП

Лісництво (метеопост)	Проба	рН			Мінералізація, мг/дм ³		
		пр. 1	пр. 2	пр. 3	пр. 1	пр. 2	пр. 3
Підліснівське	дощ	5,3	5,9	5,5	75	78	84
	сніг	6,2	6,1	7,1	59	55	66
	ґрунт	4,7	4,9	5,0	114	109	125
Женецьке	дощ	5,5	6,1	5,9	87	82	91
	сніг	6,2	5,4	5,7	84	75	93
	ґрунт	4,8	5,2	5,1	145	132	128
Говерлянське	дощ	6,3	7,0	7,1	79	82	87
	сніг	5,9	6,2	6,8	61	78	90
	ґрунт	4,9	5,0	5,3	142	148	153

Відомо, що дощова вода в чистому повітрі має рН = 5,6. При значенні рН < 5,6 опади вважаються кислими; при 5,6 < рН < 6,5 – слабокислими; при 6,6 < рН < 7,3 – нейтральними [100].

Хоча на території парку опади формуються в умовах, відносно чистих від антропогенних забруднень, помітна тенденція до їх закислення. Як видно з табл. 3.9, величина рН практично в усіх пробах дощу і снігу знаходилась в межах 5,0...7,1 одиниць. Зокрема, проби дощу, що належать до кислих, складали 33,3 %; слабо кислих – 44,4 %; нейтральних – 22,2 %. Цей фактор, безумовно, впливає на кислотність у р. Прут (пункт 3.2.1 даного розділу).

Загальна мінералізація проб дощу і снігу виявилась дуже малою (55...93 мг/дм³), що є типовим явищем для опадів, які формуються в умовах, відносно чистих від антропогенних забруднень [100].

Також із табл. 3.9 можна побачити, що у досліджуваній ділянці Карпат велика кількість опадів зумовлює в ґрунтах сильноокислу реакцію (рН водної витяжки становить 5,3...4,8 і навіть нижче). Такі ґрунти класифікують як буроземи кислі. Цей факт також помітно впливає на дещо понижене значення рН води в р. Прут на дослідженій ділянці (див. пункт 3.2.1 даного розділу).

Загальна мінералізація водних витяжок із досліджених проб ґрунту (109 ... 153 мг/дм³) є досить високою, як для буроземів кислих [97]. Відповідно, ми спостерігаємо відносно високе значення загальної мінералізації у пробах води з р. Прут (див. пункт 3.2.1 даного розділу).

3.9. Екологічна оцінка якості води в р. Прут

Проаналізувавши різні підходи до вибору методів оцінювання якості води [48; 69 та ін.], ми використали найбільш ефективний, на наш погляд, метод – визначення комплексного екологічного індексу якості води. Він дає змогу систематизувати дані за декількома серіями та простежити динаміку змін показників.

Використавши результати лабораторного вивчення проб води з р. Прут чотирьох сезонних серій (усереднені по всіх контрольних створах), за формулою (2.22) розрахували комплексний екологічний індекс для кожної серії (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Результати розрахунку комплексного екологічного індексу
для оцінки якості води у р. Прут

Серія	Значення параметра			Комплексний екологічний індекс I_e
	I_A	I_B	I_C	
осінь	1,26	2,41	1,58	1,75

зима	1,42	2,51	1,88	1,94
весна	1,38	2,48	1,62	2,03
літо	1,46	2,39	1,74	1,92

Як видно з отриманих результатів, вода в річці Прут на дослідженій ділянці належить до II класу якості (стан добрий).

Розрахувавши аналогічні індекси по кожному окремому створу, ми виявили, що найвищі значення комплексний екологічний індекс має у пробах води з м. Яремче. Тобто, якість води у цьому пункті спостережень наближається до класу III – стан задовільний. Цей факт підтверджує, що головним чинником зростаючого забруднення річки Прут на вивченій ділянці є посилення антропогенного навантаження на неї протягом останніх років.

Таким чином, екологічний стан води в р. Прут на дослідженій ділянці можна оцінити як «добрий» (II клас якості). Винятком є проби, відібрані в межах міста. Їх стан оцінюється як «задовільний» (III клас якості).

Висновки до розділу 3

1. Наведено результати експериментального вивчення якості води у р. Прут в м. Яремче та його околицях. Описано систему розташування постів спостереження. Отримано розподіл основних гідрохімічних показників – фізико-хімічних властивостей, вмісту головних іонів, біогенних полютантів, ХСК, БСК, важких металів та коротку характеристику можливих причин їх динаміки у часі та просторі.

2. Досліджено вміст компонентів-забруднювачів у донних відкладеннях річки в околицях міста. Показано, що найбільший їх вміст припадає також на проби з самого міста та його найближчих околиць вниз за течією (до 49 мг/кг амонійних сполук; до 92 мг/кг нітритів; до 165 мг/кг нітратів; до 24 мг/кг фосфатів тощо). Також у цих відкладеннях виявлено помітний вміст нафтопродуктів (до 19 мг/кг), чого не спостерігалось у більш ранніх дослідженнях. Цей факт вказує на значний вплив на якість річкової води викидів від руху автотранспорту, кількість якого на берегах річки зростає з кожним

роком. Серед цих викидів, як правило, присутні незгорівші залишки пального, прямі його, розливи, недоочищені стоки від автомийок, СТО, автозаправок і т.п.

3. Важливе місце присвячено вивченню складу очищених стічних вод, які скидаються у річку після стандартного циклу очищення на КОС ДП «Яремчеводоканал». Відмічено, що цей цикл не завжди дає можливість повного очищення від поллютантів. Зокрема, в окремі періоди попередніх років у цих очищених водах спостерігався підвищений вміст фосфатів (до $0,19 \text{ мг/дм}^3$), що є перевищенням допустимих нормативів. Як наслідок, сумарний вміст фосфатів у річці Прут на відстані 100 м нижче від точки скидання стічних вод КОС м. Яремче (із врахуванням того факту, що у пробах води вище місця скидання також зафіксовано високий вміст цих іонів), доходить до $0,32 \text{ мг/дм}^3$.

4. З огляду на це, проведено окреме дослідження, присвячене процесам доочищення стічних вод міста від надлишку фосфатів після проходження основного циклу очищення на КОС міста. Запропоновано використовувати для цієї мети природний сорбент бентоніт, активований мікрохвильовим випромінюванням різними способами. Показано, що такий метод дає можливість зменшити вміст фосфатів у 1,8 ... 5,5 раза (для очищених стічних вод) або у 1,3 ... 2,6 раза (для неочищених стічних вод).

5. На основі документальних даних та власних досліджень автора підтверджено, що діяльність КНПП проходить у відповідності до вимог діючого законодавства. Проте, в окремі місяці комфортного сезону кількість відвідувачів на найбільш популярних маршрутів може досягати 200 осіб/добу, що несе додаткове антропогенне забруднення як екосистемі парку в цілому, так і р. Прут, зокрема. Крім того, значної шкоди довкіллю парку, і, відповідно річці Прут, завдають незареєстровані відвідувачі. Їх точну кількість встановити важко, проте цей неприємний факт потрібно враховувати.

Результати досліджень відображені у публікаціях [4, 26, 27, 28, 34, 35, 36].

РОЗДІЛ 4.

ПРОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ У ДОСЛІДЖУВАНОМУ РЕГІОНІ

Як вказують автори [12, 115, 116], які раніше вивчали екологічну ситуацію у регіоні верхнього Прута, в останні роки ситуація тут значно погіршилась. Це стосується як забруднення самої річки, так і збільшення шкідливих викидів у повітря, виникнення стихійних сміттєзвалищ тощо.

Подібні явища спостерігаються також в інших регіонах нашої держави [123, 134 та ін.], що вказує на важливість комплексного вирішення проблеми. Навіть висока здатність гірських річок до самоочищення [133, 138] уже є недостатнім механізмом для збереження унікального природного комплексу Передкарпаття, його житлового та рекреаційного потенціалу.

4.1. Види негативного впливу різних факторів на екологічний стан Карпатських річок

4.1.1. Вплив природних факторів

За результатами наших досліджень встановлено, що максимальні концентрації більшості речовин-забруднювачів річкової води, лабораторно визначені на даному відрізку річки, виявлено у пробах з м. Яремче та с. Дора (передмістя нижче за течією). Цей факт підтверджує, що головним чинником зростаючого забруднення річки Прут на вивченій ділянці є посилення антропогенного навантаження на неї протягом останніх років. Проте не варто забувати і про природні особливості Карпатських річок.

Відомо, що водність річок визначається умовами їх живлення атмосферними опадами, талими та підземними водами, що дренуються руслами [83, 110 та ін.]. Карпатські ріки належать до типу рік з паводковим режимом, на яких паводки відбуваються протягом цілого року. Для річок такого типу дуже важливим є підземний стік у міжпаводкові періоди, який залежить від величини інфільтрації поверхневих вод.

Усі ці складові берегових ґрунтів вимиваються у річку природними опадами, неминує змінюючи її склад та екологічний стан. Опади впливають на ґрунт як механічно, так і хімічно. Вони руйнують структуру ґрунту, вимивають з ґрунту органічні та інші поживні речовини, зумовлюють процес опідзолення. Підземна волога також впливає на процес ґрунтоутворення. Високий рівень ґрунтових вод спричиняє утворення горизонту, несприятливого за своїми фізико-хімічними та біологічними особливостями для росту рослин [107].

Важливе значення мають і біологічні чинники. У результаті проведення гідрологічних спостережень у [81] встановлено, що з кожним роком зменшується швидкість течії та глибина водойми. Найбільш критичним є літній сезон, адже саме в цей період, за даними метеослужб, спостерігається найменша кількість атмосферних опадів. Наприкінці літа мілководні ділянки водойми можуть повністю пересихати; зі зменшенням швидкості течії починають активно розвиватися мікрофіти і, як наслідок – евтрофікація водойми та зниження прозорості води.

Зі зниженням температури води відбувається відмирання мікроорганізмів та безкисневий розпад органічної речовини, який спричиняє зниження рівня розчиненого кисню та виникнення заморів. Левову долю мулистих накопичень утворюють відмерлі рештки очерету та іншої водної рослинності [130].

Отже, значний вплив на екологічний стан гірських річок, окрім антропогенного забруднення, мають і природні фактори – клімат, водність, стан берегів, біологічні чинники та ін.

4.1.2. Вплив техногенних факторів

Враховуючи результати експериментальних досліджень (підрозділ 3.3 розділу 3), тривожною є тенденція, що практично всі речовини-забруднювачі перебувають у річковій воді в концентраціях, близьких до граничних. Це вказує на критичний стан очисних споруд м. Яремче, що може бути спричинене або їх технічною чи моральною застарілістю, або значним збільшенням останнім часом обсягів скидів міських комунальних каналізаційних мереж. Не

виключається також можливість потрапляння у річку неочищених стоків з домогосподарств приватного сектору або відпочинкових комплексів, змивів з сільськогосподарських угідь.

Крім того, місцеве населення і туристичний потік щороку споживають значно більше палива для обігріву приміщень, а зростаюча кількість автомобільних засобів створює величезні об'єми вихлопних газів. Ці гази (в основному, кислотні оксиди) також забруднюють річку, вступаючи у хімічну взаємодію з водою.

Карпатські річки у верхів'ях, віддалених від джерел інтенсивного забруднення, загалом доволі чисті, насичені киснем, про що свідчить наявність пстругів (форелі). Але в районах розміщення підприємств лісохімічної, нафтогазової т нафтопереробної промисловості їхній екологічний стан має бути кращий. До найголовніших з таких районів належать Східницько-Бориславсько-Дрогобицький (притоки р. Стрий, Тисмениця, Колодниця), Долинсько-Вигодський (р. Свіча), Надвірнянський (р. Бистриця Надвірнянська, Ворона).

У районах нафтовидобутку річкові води забруднені нафтопродуктами, фенолами, вуглеводнями.

Дослідженнями на р. Стрий і притоках [61], встановлено, що найбільшими вмістами фенолів відзначаються поверхневі водопливи, які дрениують площі нафтових промислів. Суттєвий внесок у забруднення ґрунтових і поверхневих вод створюють газокompресорні станції на магістральних газогонах (наприклад, Долинська, яка інтенсивно забруднює ґрунтові води першої і другої надзаплавних терас р. Свічі).

Внесок у забруднення Карпатських річок вносять нафтопереробні заводи Дрогобича (ріки Тисмениця і Бистриця Тисменицька) і Надвірної (р. Ворона). Зокрема, автор [60, 61] повідомляє, що внаслідок техногенного впливу об'єктів нафтопереробки у річках Білий Черемош та Тисмениця сформувалися невластиві природному фонові хлоридно-сульфатні кальцієво-натрієві води з мінералізацією 650 мг/л, а поверхня води була вкрита білою піною (ймовірно,

завдяки поверхнево-активній речовині типу сульфанола, яка використовується у нафтовидобутку).

Щодо важких металів, то основними джерелами їх потрапляння у річки є стічні води промислових підприємств. У результаті недосконалості технологій дуже велика кількість промислових забруднень потрапляє до поверхневих водойм, у тому числі токсичні сполуки важких металів (свинець, кадмій, марганець, кобальт, нікель, мідь, залізо, цинк та інші) [47]. Детальніше це описано у розділі 2 (підрозділ 2.5)

Отже, найбільший вплив на екологічний стан гірських річок має техногенний фактор, зокрема відходи лісохімічної, нафтовидобувної галузей та промислових підприємств. Внаслідок їх діяльності у воду потрапляють феноли, важкі метали та інші небезпечні поллютанти.

4.1.3. Вплив стаціонарних та стихійних сміттєзвалищ

Не меншої шкоди забрудненню річок завдають інфільтрати з полігонів твердих побутових відходів (ТПВ, сміттєзвалищ) [108, 116]. Серед величезної кількості токсичних речовин у їх складі, важкі метали складають значну частину; їх вміст може становити десятки і сотні мг/дм³ [115, 116].

Особливу небезпеку становлять несанкціоновані звалища ТПВ, які практично ніким не контролюються. У деяких регіонах на малих гірських річках утворюються справжні греблі із використаних пластикових пакетів, ПЕТ-пляшок, одноразового посуду тощо, які не тільки забруднюють річку у хімічному чи біохімічному плані, а й можуть повністю перекрити русло (рис. 4.1).

Зокрема, у 2020 р. інспектори Держекоінспекції Івано-Франківської обл. знайшли чотири стихійні сміттєзвалища на території Яремчанської міської ради. На узбережжі річки Прут виявили побутові й будівельні відходи біля старих очисних споруд у Ворохті. Також відходи деревообробки й склобій знайшли на вулиці Курортна у селі Татарів. Відходи деревообробки виявили на вулиці Героїв Майдану в селі Яблуниця.

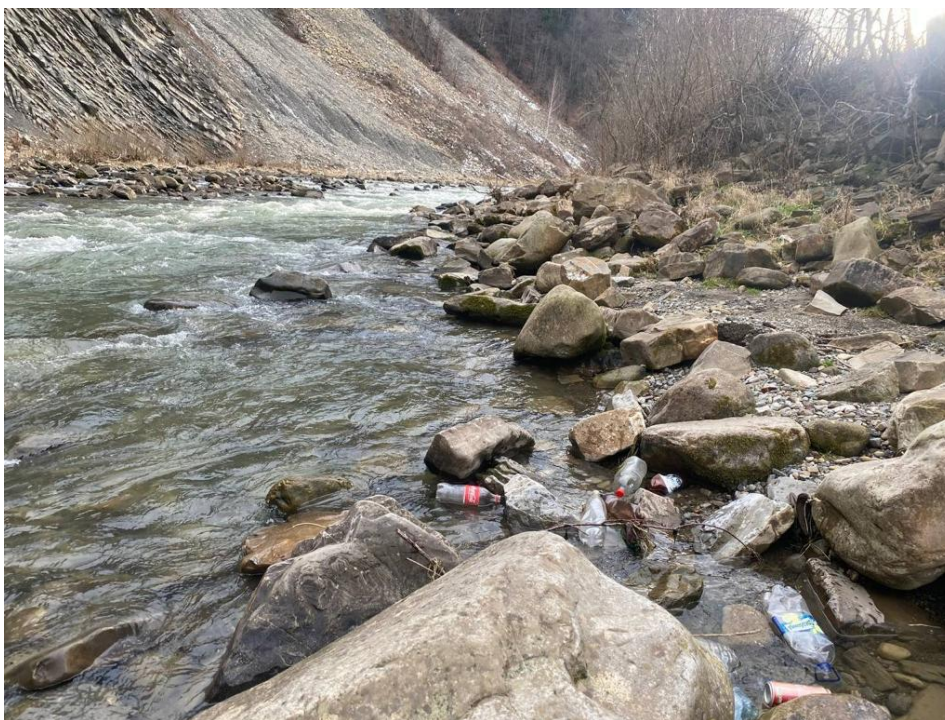


Рис. 4.1. Русло річки Прут біля м. Яремче, забруднене пластиковими відходами (фото автора)

Інспектори обстежили також територію села Микуличин. Там біля річки Підстрім, яка є притокою Прута, також знайшли звалище побутових і будівельних відходів. А біля річки Солонець поблизу перехрестя автодоріг Делятин-Коломия та Н-09 Мукачево-Львів побачили ще одне звалище побутових відходів [135].

Проблема поводження з побутовими відходами може вирішуватися шляхом побудови сміттєпереробного заводу, про що наголошувалося Державною екологічною інспекцією [137].

Управління екологічною безпекою водних об'єктів потребує глибоких знань про функціонування та трансформацію водних екосистем в умовах комплексного використання водних об'єктів, вміння прогнозувати зміни у структурній та функціональній організації під впливом антропогенних та природних чинників, наукового обґрунтування заходів, спрямованих на попередження можливих негативних змін екологічного стану водних об'єктів та погіршення якості води [46].

Отже, не менш важливим чинником, який впливає на екологічний стан річкових вод, окрім природних і техногенних, є неправильне поводження з побутовими відходами. Наявність стихійних сміттєзвалищ завдає дуже велику шкоду довкіллю, в тому числі і річкам, в які потрапляють забруднені стоки із цих сміттєзвалищ.

4.1.4. Техногенний вплив обсягів водоспоживання

Важливим чинником зменшення техногенного впливу на водні об'єкти є зменшення кількості водоспоживання. Для цього в технологічному процесі слід спроектувати замкнутий цикл використання води, що запобігає потраплянню пластових вод у ґрунти, поверхневі та підземні води.

Більшість підприємств проводять планові та поточні ремонти водопровідних мереж при аварійних ситуаціях, поривах, розгерметизації. Проте цього недостатньо для забезпечення екологічної безпеки, адже дані споруди та водопровідні мережі збудовані, як правило, ще в сімдесятих роках минулого століття, тому вони є технічно застарілі, потребують заміни [46].

Однак, через брак фінансових ресурсів вітчизняні підприємства змушені задля отримання високих прибутків використовувати нові розробки на практично повністю фізично зношеному, непридатному для оптимальної роботи обладнанні, або ж сприяють прискореному впровадженню нових технологій без достатнього практичного дослідження й без урахування можливих негативних наслідків для навколишнього середовища і здоров'я людини. Це зумовлює пошук нових та відносно недорогих рішень, спрямованих на покращення екологічного стану річок, зокрема і р. Прут.

Таким чином, об'єми водоспоживання та водовідведення також мають значний вплив на якість річкової води. Чим більші ці обсяги, тим більша кількість забруднювачів потрапляють у річки.

4.2. Причини забруднення донних відкладень на дослідженій ділянці

Накопичення у ДВ нижче місця скидання стічних вод м. Яремче солей амонію, нітритів та нітратів, які є легкорозчинні, очевидно, пов'язане із значними сорбційними властивостями річкового мулу, який не дає цим іонам вимиватись течією [39]. У річку вони потрапляють, зазвичай, із неконтрольованих каналізаційних споруд (вигрібних ям, септиків), як органічні відходи тваринницьких ферм, змиви з полів тощо [112].

У місці скидання стічних вод міста вміст цих іонів наростає і досягає максимуму у точці № 3 – на відстані близько 100 м нижче від місця скидання. Дальше за течією їх кількість плавно зменшується.

Аналогічний розподіл концентрацій спостерігається і у випадку з фосфатами. Їх джерело потрапляння у річку також, здебільшого, відноситься до житлово-комунальної сфери. Це стосується і проби, відібраної вище місця скидання міських стічних вод, і біля місця скидання, і нижче за течією. Крім того, значний внесок у збільшений вміст фосфатів у пробі № 3 вносять міські стічні води, в яких навіть після очищення концентрація фосфат-іонів залишається досить високою (див. підрозділ 3.4 розділу 3).

Викликає занепокоєння факт наявності нафтопродуктів у донних відкладеннях на дослідженій ділянці. Попередні дослідження річки Прут в околицях м. Яремче (2015-2018 рр.), які виконувало ДП «Яремчеводоканал», не виявляли помітних кількостей нафтопродуктів ні у річковій воді, ні у стічній, ні у ДВ. Очевидно, постійне зростання кількості автомобільного транспорту на берегах цієї курортної річки неминуче призводить до потрапляння у неї продуктів неповного згорання палива, неконтрольованих його розливів тощо.

Окреме місце у фактах накопичення нафтопродуктів та фосфатів у ДВ на дослідженій ділянці займає робота автомийок у прибережній зоні. Вони, як правило, не мають окремих систем водоочищення, а у процесі миття автотранспорту використовують фосфатні миючі засоби. Залишки цих засобів разом із змивами мастил чи пального із кузовів та агрегатів автомобілів

потрапляють спочатку на ґрунт, потім у річку та, відповідно, у донні відкладення [106].

Враховуючи те, що досліджувана у даній роботі частина р. Прут протікає по мало урбанізованій території, можна стверджувати, що був виявлений помітний вплив лише міста Яремче на забрудненість донних відкладень у пунктах спостереження. Зокрема, вище місця скидання загальноміських очищених стічних вод показники забруднення ДВ відносно невеликі, у місці скидання дещо вищі, і найбільшого значення вони набирають нижче місця скидання [102].

Окремо слід сказати про щорічне збільшення кількості розораних земель у долинах гірських річок. Раніше ці землі були повністю вкриті лісом або чагарниками. У наш час, у зв'язку з інтенсивною вирубкою лісів, значно зросли обсяги ґрунтів та гірських порід, які змиваються опадами у річки та осідають разом з ДВ. Завдяки використанню сучасних мінеральних добрив, засобів захисту рослин та пестицидів, кожен клптик раніше непридатної до сільгоспвиробництва землі у долинах тепер є повноцінним полем [136, 121].

До джерел забруднення поверхневих вод відносяться також дифузні джерела забруднення – поверхневий стік з сільськогосподарських угідь, доріг, забудованих територій в результаті змиву твердих часток і органічних речовин, хімічних сполук, які використовуються в сільському господарстві, побутового сміття, шкідливих мікроорганізмів тощо [1, 14].

Отже, як видно з отриманих числових результатів, екологічна ситуація на дослідженій ділянці річки поки що не є загрозливою. У цілому можна стверджувати, що забрудненість донних відкладень р. Прут в околицях м. Яремче є незначною і проведення якихось додаткових заходів щодо очищення русла річки на теперішній час не є потрібним.

4.3. Пропозиції щодо покращення процесу очищення стічних вод на КОС «Яремчеводоканал»

4.3.1. Стан очисних споруд міста Яремче

Забруднення поверхневих і підземних вод при роботі очисних споруд може відбуватися за рахунок скидання недостатньо очищених стічних вод у водойму, за рахунок забруднення ґрунтових вод при фільтрації стоків з території промислових споруд, а також за рахунок протікання стічної рідини в ході технологічних процесів.

У процесі спілкування з керівництвом ДП «Яремчеводоканал» ми дізнались, що у планах роботи підприємства передбачені ремонт існуючих споруд і комунікацій із застосуванням проникаючої гідроізоляції; при проведенні робіт використовуються сучасні корозійностійкі матеріали і захисні покриття.

У результаті застосованих сучасних технологічних рішень в процесі експлуатації підприємства після проведення реконструкції, якісні показники очищених стічних вод не перевищуватимуть значень гранично допустимого скидання [105].

Однак, потребує уваги один із моментів роботи КОС згаданого підприємства, безпосередньо пов'язаний із тематикою наукових досліджень кафедри екологічної безпеки ЛДУ БЖД та, відповідно, НДЛ екологічного безпеки нашого університету.

Зокрема, у регулярних квартальних звітах про роботу ДП «Яремчеводоканал» останніх років вказані випадки перевищення гранично допустимого вмісту фосфатів у стічних водах після їх очищення на КОС.

Отже, на даний час очисні споруди м. Яремче перебувають у задовільному стані, але він наближається до критичного. Особливо це стосується випадків перевищення вмісту фосфатів у стічних водах після основного етапу очищення. Відповідно, найближчим часом потрібно провести модернізацію очисних споруд м. Яремче.

4.3.2. Недостатня ефективність роботи прибережних очисних споруд, як одна з причин забруднення р. Прут в межах м. Яремче

Як вже згадувалось у попередньому розділі, абсолютна більшість максимумів забруднення проб води з р. Прут припадала на саме м. Яремче. Наприклад, вміст фосфат-іонів у р. Прут у межах цього міста становив $0,38 \text{ мг/дм}^3$, що у декілька разів перевищують результати, виявлені попередніми роками ($0,049 \dots 0,181 \text{ мг/дм}^3$) [26, 29]. Цей факт говорить про помітне зростання за останні роки антропогенної складової у процесі негативного впливу на річкові екосистеми регіону.

Оскільки максимальне значення вмісту фосфат-іонів було виявлено у пробі води з м. Яремче, то виникає питання про вплив міських господарсько-побутових стоків (зокрема, з великим вмістом миючих засобів) на процес забруднення р. Прут. Основна роль у вирішенні проблеми захисту річки від цих стоків належить ефективній роботі міських каналізаційно-очисних споруд. Цьому питанню було присвячене окреме дослідження дисертанта [34].

У згаданому дослідженні було повторно вивчено гідрохімічні показники річки Прут в околицях міста Яремче, але уже безпосередньо біля місця скиду у річку очищених стічних вод з міських КОС. Проби води з р. Прут відбирались поквартально протягом 2020 р. Місце відбору вибрано на 500 м нижче за течією від точки виходу до річки стічної труби КОС м. Яремче. На основі лабораторного дослідження проб води у цій точці було оцінено ефективність роботи КОС [32].

Серед інших фізико-хімічних параметрів річкової води у цій точці, основну увагу було приділено вмісту фосфатів. У результаті було підтверджено дані попередніх досліджень [29]. Встановлено, що усереднене за 4 квартали значення вмісту

У попередніх розділах уже згадувалось, що у період 2017-2019 років також зафіксовано перевищення вмісту фосфатів у стічних водах після основного циклу очищення, що вказує на необхідність доочищення цих вод саме від фосфатів. Зокрема, усереднені квартальні значення вмісту фосфат-іонів

в очищених стічних водах цього підприємства за 2017-2019 роки коливається від 0,19 мг/дм³ до 0,26 мг/дм³.

Той факт, що вміст фосфатів у річковій воді нижче за течією від точки виходу до річки стічної труби КОС м. Яремче є вищим, ніж у самих очищених стічних водах, пояснюється тим, що фосфати присутні у річці Прут і вище від міста. Про це автори повідомляли у публікації, згаданій вище [29].

Причиною цього може бути велика кількість санаторіїв, будинків відпочинку, великих та малих готелів, які знаходяться за межами міста і не підключені до загальноміської каналізації. Не можна залишити поза увагою роботу їх пралень, душових, закладів харчування тощо. Майже у всіх цих рекреаційних пунктах використовуються фосфатні миючі засоби. Прибережні автомийки, невеликі виробничі підприємства, позаміські санаторії та будинки відпочинку становлять ще одну групу потенційних точкових джерел негативного антропогенного впливу на екологічний стан води р. Прут.

Варто також згадати, що у приватних сільських будинках на берегах річки, як правило, відсутні будь-які очисні споруди – використовуються септики або вигрібні ями. У сукупності з описаними вище громадськими закладами, усі вони можуть вважатись винуватцями значного антропогенного забруднення річки Прут біогенними політантами, у т.ч. – сполуками азоту і фосфору [33].

Вирішення цієї проблеми відповідає вимогам Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат, як і питань, пов'язаних із забудовою прилеглих територій [124].

Отже, однією з причин забруднення р. Прут в межах м. Яремче є недостатня ефективність роботи прибережних очисних споруд. Найбільш помітним негативним результатом такої ситуації є факти перевищення вмісту фосфатів у стічних водах міста після основного циклу очищення.

4.3.3. Вплив технологічних умов на ефективність вилучення надлишку фосфат-іонів природним сорбентом

Як видно з отриманих результатів досліджень, описаних у підрозділі 3.6 розділу 3, «пряме опромінення» бентоніту мікрохвилями в процесі сорбційної очистки ним стічних вод від фосфат-іонів збільшує сорбційні характеристики цього матеріалу майже у 2 рази по відношенню до нативного сорбенту. Спосіб «стимуляції» дає трохи гірші результати, але також значно ефективніший від способу очищення необробленим бентонітом [98, 99].

Суттєве значення має також ступінь розбавлення вихідних проб стічних вод. Як бачимо з табл. 3.5 (розділ 3), внаслідок розбавлення проб ступінь вилучення фосфат-іонів зростає. Очевидно, нерозбавлені (більш концентровані) стічні води містять значну кількість домішок, які не були вилучені у процесах попереднього очищення. Ці домішки можуть забивати мікропори на поверхні бентоніту і зменшують таким чином можливість доступу до них фосфат-іонів.

Щодо впливу кислотності середовища, то з рис. 3.24 (розділ 3) видно, що із збільшенням рН середовища (слаболужна реакція) ступінь вилучення фосфат-іонів із стічних вод зменшується, а із зменшенням рН (слабокисла реакція) – відповідно, збільшується. У кислому або сильнокислому середовищі ($\text{pH} < 5$) починається руйнування сорбенту. Це помітно по виділенню бульбашок, які свідчать про початок розкладу карбонатів.

Таким чином, доочищення стічних вод бентонітом від надлишку фосфат-іонів після виходу їх із загальних очисних споруд найбільш ефективно можна було б здійснити способом «прямого опромінення» бентоніту. Однак застосувати цей процес у промисловому масштабі (на реальних очисних спорудах) досить складно [3, 8].

У той же час, потужні стаціонарні НВЧ-установки (фактично, великі мікрохвильові печі) уже давно існують. Тому, на нашу думку, в умовах реальних очисних споруд варто було б використовувати все ж таки спосіб активації бентоніту під назвою «стимуляція».

Для цього певну кількість бентоніту у діелектричному контейнері заливають дистильованою (знесоленою) водою та помішають у велику НВЧ-установку. Після декількох циклів опромінення і перемішування контейнер видаляють з установки і залишають для відстоювання. У цей час в установку можна загрузати наступний контейнер. Тривалість опромінення контейнера повинна бути не менше 6 хв (3 цикли по 2 хв). Такий час опромінення пропонували автори [87, 88].

Із першого контейнера після відстоювання промивну воду зливають, і «стимульований» таким чином бентоніт готовий до використання. Його можна просто завантажити у відстійник із попередньо очищеною стічною водою та здійснити перемішування. Через деякий час доочищену стічну воду можна скидати у відповідну водойму, а використаний бентоніт чудово підходить в якості наповнювача у в'язучі розчини (наприклад, для виробництва тротуарної плитки, будівельної кераміки, мінерально-полімерних сумішей тощо).

Таким чином, можна вважати, що мікрохвильова активація бентоніту дозволить значно підвищити його роль у процесах очищення стічних вод від надлишку фосфат-іонів, а тому і рекомендується до застосування на КОС «Яремчеводоканалу».

4.4. Вплив діяльності КНПП на екологічний стан р. Прут

Статистичні дані Карпатського НПП [62] засвідчують, що упродовж останнього десятиліття відвідуваність парку збільшується, що відповідно призводить до значного навантаження на туристичні маршрути та еколого-пізнавальні стежки. Найбільшого рекреаційного навантаження зазнають екостежки «На Говерлу» і «На озеро Несамовите», околиці спортивної бази «Заросляк», вершини гір і гребені Головного хребта Чорногори та інші. Проблеми розвитку різних видів туризму і впливу рекреаційного навантаження на туристичні маршрути і екостежки Чорногори зростають з кожним роком. Це автоматично впливає на екологічний стан води в р. Прут, яка протікає територією парку.

4.4.1. Рекреаційне навантаження парку

На теперішній час актуальним є завдання охорони туристичних та рекреаційних ресурсів Карпатського національного природного парку, територією якого тече р. Прут. Більша частина з них використовується стихійно, нерегламентовано, без якого-небудь обліку допустимих навантажень. Заходи, що проводяться для охорони туристичних ресурсів, носять епізодичний характер, тому дуже неефективні. У результаті цього, під впливом антропогенних навантажень, а також природних умов, туристичні об'єкти поступово втрачають цінні рекреаційні властивості.

Для виявлення еколого-рекреаційної ємності (ЕРЄ), а потім і рекреаційно-ресурсного потенціалу (РРП) туристичного об'єкту, необхідно обчислити допустиме для нього рекреаційне навантаження, яке не викликає необоротних змін. Визначається даний показник кількістю рекреантів на одиницю площі, часом їх перебування на об'єкті рекреації і видом відпочинку. Вимірювати необхідно рекреаційне навантаження за кожну годину спостережень (люд/рік/га). Для цього протягом години фіксуються зміни одночасної густини туристів і часові інтервали цих змін. Спостереження здійснюються в робочі і вихідні дні, з комфортною і дискомфортною погодою. Точність результатів залежить від кількості спостережень [9].

Для кожної стадії рекреаційної дегресії фіксується число відвідувачів, без обліку часу їх перебування. Облік проводиться за кожну годину спостережень і потім по чергово вираховується рекреаційне навантаження за рік для всієї ділянки. Використовуючи дані середньодобового рекреаційного навантаження на оптимальній стадії рекреаційної дегресії, розраховують значення ЕРЄ для цієї ділянки [9, 12].

Досліджуючи стан рекреаційної дигресії на туристичних маршрутах й еколого-пізнавальних стежках у гірському масиві Чорногора у межах Карпатського НПП, ми звернули увагу на суттєві геопросторові відмінності якісного стану рекреаційної дигресії на лінійних рекреаційних об'єктах. На

окремих маршрутах її стан є задовільним, а на екопізнавальній стежці «На гору Говерла» – катастрофічним, оскільки тут спостерігається зміна мікрорельєфу стежки, є чимало вимоїн, активно протікають ерозійні процеси.

І на закінчення слід зауважити, що методика, яка пропонується, достатньо трудомістка, але при цьому дозволяє виявити реальне рекреаційне навантаження, його динаміку, еколого-рекреаційну ємність і, нарешті, РРП як всієї території, так і окремих її туристських об'єктів. Це дасть можливість ефективно проводити заходи по охороні і відновленню туристських ресурсів, а також намітити шляхи їх раціонального використання. У свою чергу, таке покращення рекреаційної діяльності КНПП позитивно вплине на екологічний стан води у р. Прут.

Таким чином, збільшення кількості відвідувачів КНПП призводить не тільки до зростання рекреаційного навантаження парку, а й до екологічних проблем як у самому парку, так і для р. Прут, яка протікає по його території.

4.4.2. рН атмосферних опадів

Ще одним із основних завдань екологів Прикарпаття є спостереження, оцінка і прогноз стану поверхневих вод на території Карпатського національного природного парку. Як вже згадувалось у попередніх підрозділах (2.4.1 та 2.5.2 розділу 2), основним методом для вирішення цього завдання є гідрохімічний та мікробіологічний аналізи цих вод.

Проте, за останні десятиліття хімічний аналіз атмосферних опадів також став одним із важливих методів контролю за забрудненням довкілля. Спостереженням за опадами почали приділяти більше уваги і в зв'язку з другим важливим фактором охорони навколишнього середовища. Вимиваючи забруднюючі речовини з атмосфери, опади самі по собі починають грати роль фактору екологічного ризику. Найбільш відомим проявом цього процесу є випадання, так званих, кислотних дощів [12].

Враховуючи різкі зміни у кліматичних умовах України в цілому та КНПП, зокрема, посилення уваги до даного регіону як туристичного об'єкту, зростання

забудови регіону, питання вивчення антропогенного впливу було і залишається актуальним для всіх заповідних та рекреаційних територій [12].

Джерелом хімічних компонентів у атмосферних опадах є аерозолі атмосфери, або як їх інакше називають – ядра конденсації. Вони у найбільшій кількості містяться в самих нижніх шарах атмосфери, адже основне їхнє джерело - земна поверхня. Особливо забруднене ними повітря великих міст. Не кажучи про шкідливі газові домішки, на кожний кубічний сантиметр повітря тут припадає десятки тисяч аерозольних часток, а за рік на кожний квадратний кілометр випадають з атмосфери сотні тонн аерозолів [141].

У сільській місцевості кількість часток аерозольних домішок у приземному повітрі обчислюється тільки тисячами в кубічному сантиметрі, а над океанами - тільки сотнями. З висотою число завислих часток швидко зменшується; на висотах 5-10 км їх усього десятки на кубічний сантиметр. Загалом в атмосферному стовпі над кожним квадратним сантиметром земної поверхні міститься 108-109 аерозольних часток. Загальна їхня маса в атмосфері не менше 108 т.

Враховуючи те, що клімат в регіоні КНПП характеризується як перехідний від помірно теплого західно-європейського до континентального східно-європейського, можна запропонувати таке пояснення змін кислотності атмосферних опадів.

Середньорічна температура повітря становить +6 °C із зниженням у високогір'ї, річна кількість опадів збільшується з висотою від 800 до 1400 мм, снігу випадає до 50 см, а в окремі роки до 2 м. У таких умовах конденсація аерозолів проходить набагато активніше, ніж у низинних зонах. У цьому процесі конденсації вони захоплюють більшу кількість кислотних оксидів з атмосфери, що призводить до зниження рН опадів. Це, у свою чергу, відбивається на кислотно-основному балансі у річці Прут.

Тобто, у закисленні опадів велику роль відіграють азотні сполуки та газоподібна сірка, що знаходяться в атмосфері. За останні десятиліття емісія сірки зросла вдвічі. Окислення двоокису сірки та окислів азоту веде до

утворення сірчаної та азотної кислот. Теоретично джерелами підвищеної кислотності опадів можуть бути як природні, так і антропогенні фактори, хоча останні відіграють домінуючу роль. У той же час, величина рН є індикатором зростаючого впливу викидів продуктів техногенезу [11].

Отже, забрудненість атмосферного повітря різними домішками, особливо кислотними оксидами, призводить до підвищення кислотності опадів. Вони, у свою чергу, потрапляють у р. Прут, змінюючи її фізико-хімічні показники.

4.4.3. Гідрохімічні спостереження за ґрунтовими водами КНПП, як частина екологічного моніторингу

Наступний етап перетворення води (після атмосферного) – формування вод, що пов'язане з перебуванням їх на водозборі, де протягом короткого часу атмосферні води перетворюються на поверхневі.

Вода, яка міститься у ґрунті, випаровується з поверхні, транспірується рослинами, фільтрується до поверхні ґрунтових вод, після чого рухається вниз схилом у вигляді ґрунтово-поверхневого і ґрунтового стоку. Ґрунтові води витрачаються на транспірацію та випаровування, якщо рівень води розташовується поблизу поверхні, на капілярне підняття у ненасичену ґрунтову зону, глибоку фільтрацію, а також на повільне розвантаження на поверхню у рівчаки, джерела і русла річок у вигляді ґрунтового стоку [144].

У ґрунті вода змінює свій склад за рахунок низки процесів, найважливішими серед яких є адсорбція та іонний обмін. Адсорбційні процеси сприяють усуненню іонів з розчину, зв'язуючи їх частинками ґрунту. На склад поверхневих вод, які потрапили до ґрунту, крім фізико-хімічних, впливають біологічні процеси, а саме: бактеріальне розкладання органічної речовини ґрунту, вплив мікроорганізмів на прискорення окисно-відновних процесів, утворення водорозчинних органічних речовин тощо [67].

Усі описані вище процеси у кінцевому випадку призводять до формування саме такого типу ґрунтових вод, які у значній мірі живлять р. Прут.

Відповідно, їх фізико-хімічні показники безумовно впливають на екологічний стан річкової води.

Отже, досліджуючи фізико-хімічні параметри ґрунтових вод на території, де протікає відповідна річка, можна прослідкувати їх вплив на екологічний стан її води.

4.5. Необхідність вдосконалення методології екологічного оцінювання стану річкових вод

В умовах нарощування антропогенних навантажень на природне середовище, розвитку суспільного виробництва і зростання матеріальних потреб виникає необхідність розробки і дотримання особливих правил користування водними ресурсами, раціонального їх використання та екологічно спрямованого захисту [44].

Як уже вказувалось у підрозділі 1.8 (розділ 1), у кінці минулого століття для оцінювання екологічного стану водного об'єкту використовували одночасно декілька методик. Вони були зібрані в один нормативний документ [71], і включали в себе три варіанти (формули) оцінювання: а) за питомим комбінаторним індексом забрудненості $\overline{S}_j$; б) за екологічним індексом якості води $I_{\text{сер}}$; в) за індексом забруднення води (ІЗВ). Отримані авторами [139] за цими формулами результати суттєво відрізняються між собою: якість води у р. Прут оцінюється від «дуже забрудненої» до «помірно забрудненої».

Найбільш «жорсткою» з наведених є методика з використанням комбінаторного індексу забрудненості ($\overline{S}_j$); за екологічний індексом ($I_{\text{сер}}$) якість води найкраща. Велика різниця в оцінках якості свідчить про недосконалість сучасних методів оцінювання якості вод та про необхідність подальших досліджень в напрямку створення повної і збалансованої комплексної методики, яка б враховувала недоліки інших методик.

Тобто, до теперішнього часу практично не запропонована цілісна система, яка може забезпечити інформаційно-аналітичну базу природоохоронної

діяльності для відповідних контрольних екологічних служб з метою забезпечення екологічної безпеки і раціонального використання водних ресурсів [70].

Враховуючи наведене вище, автор дисертаційного дослідження вважає, що при проведенні оцінки якості води гідроекосистем необхідно керуватись критеріями, які охоплюють наступні положення:

- застосування комплексного підходу до вирішення даної проблеми;
- визначення динаміки змін лімітуючих поллютантів у просторі і часі.

Методологічною основою оцінки екологічного стану поверхневих вод повинно бути сумісне використання двох підходів: того, що ґрунтується на використанні встановлених критеріїв, і того, що використовує порівняння характеристик, які досліджуються, з еталонними показниками відповідного типу водного об'єкта (критеріального й компаративного підходів).

Зокрема, під час здійснення такого оцінювання за комплексною системою обов'язково слід враховувати забруднення річок у басейні Верхнього Пруту, яке відбувається внаслідок скидання зворотних вод з очисних споруд міст Яремче, Коломий, Снятина та ін. Очисні споруди в ряді населених пунктів регіону знаходяться в незадовільному стані і зворотні води без достатнього очищення скидаються у водні об'єкти.

Обов'язково повинно бути враховано зростання кількості та розмірів населених пунктів на берегах річки. Це явище викликане збільшенням попиту на ділянки землі поблизу річки та лісу, у затишних мальовничих місцях [45]. Навіть наявність у цих населених пунктах локальних очисних споруд (ЛОС) не може повністю нівелювати той антропогенний вплив, який автоматично зростає із збільшенням кількості населення.

Аналогічна ситуація спостерігається і з мережею рекреаційних закладів. Більшість із них були побудовані ще в радянські часи, і майже всі вони потребують капітального ремонту та модернізації. Це автоматично призводить до створення шкідливих скидів і викидів під час ремонтних робіт. Навіть якщо

будується сучасний відпочинково-санаторний об'єкт, уникнути ще одного виду антропогенного навантаження на річку неможливо.

І ще одним важливий фактор. В останні десятиліття дуже помітно зросла кількість автомобільного транспорту на берегах р. Прут. На перший погляд, це мало впливає на екологічний стан її води, але насправді це не так: вихлопні гази; викиди нафтопродуктів як безпосередньо на АЗС, так і під час руху автомобілів; використання мийних засобів на автомийках тощо, є ще одним важливим чинником антропогенного впливу на річку.

Таким чином, щоб отримати повноцінну, комплексну картину екологічного стану річкової води, потрібно враховувати не тільки гідрохімічні та гідробіологічні параметри, а й усі перелічені вище фактори антропогенного впливу.

Висновки до розділу 4

1. Виділено основні причини погіршення якості води у р. Прут в межах м. Яремче та його околицях. Показано, що на цей процес впливають природні фактори (ерозія берегових ґрунтів, склад атмосферних опадів, гідрохімічні показники ґрунтових вод тощо), але основним є антропогенний вплив – зростання кількості та розмірів прибережних населених пунктів, збільшення обсягів водоспоживання та водовідведення, розвиток прибережної промисловості та будівництва, транспортної та туристичної інфраструктури, неконтрольований стан ТПВ і стихійних сміттєзвалищ.

2. Експериментально підтверджено факт, що у пробах води з верхньої частини річки Прут в околицях міста Яремче збільшилась кількість забруднювачів, зокрема, сполук фосфору. Показано, що значний вплив на цей факт мають не повністю очищені стічні води міста Яремче, які містять надлишок фосфат-іонів.

3. Запропоновано вилучати надлишок фосфат-іонів із стічних вод за допомогою природного сорбенту бентоніту, активованого мікрохвилями у різні способи. У результаті проведених експериментів показано, що мікрохвильова

активація цього сорбенту збільшує коефіцієнт вилучення фосфат-іонів із стічних вод у декілька разів (від 1,9 до 5,6 раза) у порівнянні з натуральним бентонітом. Запропоновано також орієнтовну технологічну схему доочищення стічних вод від надлишку фосфатів після основного стандартного циклу очищення.

4. Складною залишається ситуація навколо Карпатського національного природного парку. З кожним роком зростає кількість його відвідувачів, що часто призводить до виникнення стихійних сміттєзвалищ на його території. Це у свою чергу, також відбивається на якості води річки Прут.

5. Неузгодженість між різними методиками екологічного оцінювання стану річкових вод потребує вдосконалення системи оцінювання в цілому. Зокрема, більшість методик базуються на числових показниках фізико-хімічних та мікробіологічних параметрів якості води, в той же час не враховуючи антропогенний вплив. Запропоновано включати у методологію оцінювання екологічного стану річкових вод кількість та розміри населених пунктів на її берегах, розвиненість мережі рекреаційних об'єктів, інтенсивність руху автотранспорту тощо.

Результати досліджень відображені у публікаціях [4, 31, 35, 36, 128, 129].

ВИСНОВКИ

1. Здійснено ретроспективний аналіз моніторингових спостережень якості води р. Прут на території м. Яремче та його околиць протягом 2019-2023 років. Серед них одне з чільних місць посідає контроль за гідрохімічними параметрами як самої річки, так і пов'язаних з нею об'єктів. Виокремлено головні екологічні проблеми, які присутні у регіоні та потребують глибокого вивчення – якісний стан річкових вод і донних відкладів, вплив на екологічний стан річки скидів стічних вод населених пунктів та інших об'єктів: закладів рекреації, об'єктів будівництва та автомобільного господарства, стаціонарних та стихійних сміттєзвалищ тощо.

2. Лабораторно встановлено гідрохімічні показники проб води з р. Прут на ділянці від с. Дора (передмістя м. Яремче) вверх за течією до с. Татарів. Дослідження проводились у чотири сезони (пори року). Вивчено склад донних відкладень та стічних вод КОС м. Яремче. Встановлено, що абсолютна більшість максимумів забруднення проб води з р. Прут припадає на м. Яремче, а деякі показники перевищують допустимі межі. Зокрема, вміст фосфат-іонів у р. Прут у межах м. Яремче ($0,38 \text{ мг/дм}^3$) в разі перевищує результати, виявлені попередніми роками ($0,049 \dots 0,181 \text{ мг/дм}^3$). Цей факт говорить про помітне зростання за останні роки антропогенної складової у процесі негативного впливу на річкові екосистеми. На підставі аналізу отриманих показників проб води та методом регресійного аналізу з використанням тригонометричної моделі встановлено також сезонну динаміку показників проб води, зумовлену природними та антропогенними чинниками.

3. Досліджено вміст компонентів-забруднювачів у донних відкладеннях річки в околицях міста. Показано, що найбільший їх вміст припадає на проби з самого міста та його найближчих околиць. Поява у цих відкладеннях помітного вмісту нафтопродуктів (чого раніше не спостерігалось) вказує на значний вплив автотранспорту на екологічну якість води р. Прут протягом останніх років. Підтвердженням цієї лемі може слугувати відсутність на даній ділянці

досліджень великих підприємств, пов'язаних з нафто/газовидобутком та процесами їх переробки.

4. Важливу частину дисертаційного дослідження присвячено вивченню складу очищених стічних вод, які скидаються у річку Прут після стандартного циклу очищення на КОС ДП «Яремчеводоканал». Встановлено, що цей цикл не завжди дає можливість повного очищення від поллютантів біогенного походження. Зокрема, в окремі періоди попередніх років у цих очищених водах спостерігався підвищений вміст фосфатів (як вказано вище – бл. $0,38 \text{ мг/дм}^3$). Зберігається ця тенденція й у теперішніх вивчених пробах.

5. Окреме дослідження автора присвячено процесам можливості доочищення стічних вод міста від надлишку фосфатів після проходження основного циклу очищення на КОС міста. Запропоновано використовувати для цієї мети природний глинистий сорбент бентоніт, активований мікрохвильовим випромінюванням у різних варіантах.

6. Проведено оцінювання впливу природних факторів та рекреаційної діяльності Карпатського національного природного парку, по території якого протікає річка Прут, на якість її води. Визначено та проаналізовано також склад та властивості атмосферних опадів і ґрунтових вод на території парку та їх вплив на річку Прут. Зокрема, в окремі місяці комфортного сезону кількість відвідувачів на найбільш популярних маршрутах може досягати 200 осіб/добу, що несе додаткове антропогенне забруднення як екосистемі парку в цілому, так і р. Прут, зокрема. Крім того, значної шкоди довкіллю парку, і, відповідно, річці Прут, завдають незареєстровані відвідувачі. Їх точну кількість встановити важко, проте цей неприємний факт потрібно враховувати.

7. Проаналізовано основні причини погіршення якості води у р. Прут в межах м. Яремче та його околицях. Показано, що основними з них є зростання кількості населення та розмірів прибережних населених пунктів, розширення рекреаційної мережі, зростання інтенсивності будівельних робіт, автомобільного трафіку тощо; тобто, посилення антропогенного навантаження. Ця ситуація відображена у цифрових даних з протоколів хімічних аналізів проб

води з р. Прут – зростання вмісту у ній біогенних забруднювачів, загальної мінералізації, нафтопродуктів тощо.

8. Запропоновано шляхи покращення екологічного стану р. Прут та загальної екологічної ситуації на цій дуже перспективній в туристичному плані ділянці Прикарпаття. Зокрема, потребує інтенсифікації система постійного екологічного моніторингу на найбільш проблемних ділянках; реконструкція діючих та побудова нових, сучасних очисних споруд; посилення контролю за дотриманням суб'єктами господарювання та населенням вимог чинного екологічного законодавства.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aliyu J.A., Saleh Y., Kabiru S. Heavy metals pollution on surface water sources in Kaduna metropolis, Nigeria. *Science World Journal*. 2015. No. 10(2). P. 1 – 5.
2. Adamenko Y.O., Arkhypova L.M., Mandryk O.M.. Territorial Normative of Quality of Hydroecosystems of Protected Territories. *Hydrobiological Journal*. 2017. No. 3(2). P. 50-58. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v53.i2.50>.
3. Baldassari S., Komarneni S., Mariani E., Villa C. Microwave versus conventional preparation of organoclays from natural and synthetic clays. *Applied Clay Science*. 2006. No. 31(1-2). P. 134–141. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2005.09.005>.
4. Boichuk B., Kuzyk A., Sysa L., Pastukhov P., Shuplat T. Wastewater Purification from Excess Phosphates Using Bentonite Activated by Microwave Radiation. *Journal of Ecological Engineering*. 2022 (b). No. 23(5). P. 251–259. <https://doi.org/10.12911/22998993/147131>.
5. Brygadyrenko V., Ivanyshyn V. Changes in the body mass of *Megaphyllum kievense* (Diplopoda, Julidae) and the granulometric composition of leaf litter subject to different concentrations of copper. *Journal Forest Science*. 2015. No. 61(9). P. 369–376. <https://doi.org/10.17221/36/2015-JFS>.
6. Directive 2000/60/EC of European Parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*. L 327/1, 22.12/2000/EN.
7. Environmental Protection of International River Basins Project. A Pressure-Impact Analysis / Risk Assessment According to the EU WFD. The Prut basin, draft, part 2. Prepared by: UNENGO «MAMA-86». <http://blacksea-riverbasins.net/en/pilot-basins/prut-basin>.
8. Foletto E. L., Paz D. S., Gundel A. Acid-activation assisted by microwave of a Brazilian bentonite and its activity in the bleaching of soybean oil. *Applied Clay Science*. 2013. No. 83–84. P. 63–67. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.08.017>.

9. Golub A. Landscape analysis methodology of national parks territories. *Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. V. 18. No. 3. P. 165–171.
10. Google maps [електронний ресурс]. Режим доступу: [https://www.google.com.ua/maps/place/Яремче+Івано-Франківська область](https://www.google.com.ua/maps/place/Яремче+Івано-Франківська+область).
11. Hilchevski V.K., Osadchy V.I., Kurylo S.M.. *Basics of hydrochemistry*. Kyiv: Nika-Center, 2012.
12. Hostiuk Z.V. Anthropogenic modification of Pokuttya Carpathians landscapes. *Ukrainian Geographical Journal*. 2018. No. 2. P. 43-50. <https://doi.org/10.15407/ugz2018.02.043>.
13. Korchemlyuk M., Arkhipova L. Environmental audit of Ukrainian basin ecosystem of the Prut river. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. No. 5(155). P. 98-106.
14. Korchemlyuk M., Arkhipova L., Kravchynskyi R., Mykhailiuk J. Anthropogenic influence from point and diffuse sources of pollution in the upper Prut river basin. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2019. No. 1. P. 125-131. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-1/12>.
15. Korichi S., Elias A., Mefti A., Bensmaili A. The effect of microwave irradiation and conventional acid activation on the textural properties of smectite: Comparative study. *Applied Clay Science*. 2012. No. 59–60. P. 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2012.01.020>.
16. Malik D., Singh S., Thakur J., Singh R., Kaur A., Nijhawan S. Heavy metal pollution of the Yamuna River: An introspection. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 2014. No. 3(10). P. 856–863.
17. Manoj K., Padhy P., Chaundhury S. Study of heavy metal contamination of the river water through index analysis approach and environmetrics. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2012. No. 10. P. 7–15.
18. Nasrabadi T. An index approach to metallic pollution in riverwaters. *Int. J. Environ. Res*. 2015. No. 9(1). P. 385–394.

19. Pavliuk S. Place of natural reserved objects within the structure of recreational and tourist natural management (on the basis of Ivano-Frankivsk region). *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2015. Вип. 762-763. Географія. С. 177-180.
20. Surendra B.S., Veerabhadraswamy M., Anil Kumar H.G., Kendagannaswamy B.K., Nagaswarupa H.P., Prashanth S.C. Microwave assisted physico-chemical modification of Bentonite clay: characterization and photocatalytic activity. *Materials Today: Proceedings*. 2017. No. 4(11). P. 11727–11736. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.09.089>.
21. Адаменко О., Приходько М. *Регіональна екологія і природні ресурси (на прикладі Івано-Франківської області)*. Івано-Франківськ: Таля, 2000. 326 с.
22. Андрейчук Ю.М. Застосування ГІС для аналізу рельєфу басейнових систем (на прикладі р. Коропець). *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2003. Вип. 63. С. 183–187.
23. Андрусишин Т., Грубінко В. Сезонна динаміка вмісту важких металів у воді та донних відкладеннях річки Збруч. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2012. Випуск 58. С. 165–174.
24. Архипова Л.М. *Природно-техногенна безпека гідроекосистем: Монографія*. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. 355 с.
25. Богиня О.С. Хімічний склад донних відкладень річки Саксагань. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету. Технічні науки*. 2020. № 36. Т. 1. С. 138-142.
26. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В. Екологічна оцінка якості води у верхній течії річки Прут. *Вісник ЛДУ БЖД*. 2019. № 19. С. 108-114. <https://doi.org/10.32447/20784643.19.2019.12>.
27. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В. Антропогенний вплив на природні комплекси Карпатського національного природного парку. *Вісник ЛДУ БЖД*. 2020. № 21. С. 86-93. <https://doi.org/10.32447/20784643.21.2020.10>.

28. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В., Попович В.В. Вивчення розподілу вмісту важких металів у верхній течії річки Прут. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля*. 2019. № 2. С. 69-78.
29. Бойчук Б., Сиса Л., Кузик А. Сезонні коливання гідрохімічних параметрів річки Прут у верхній течії. 17-та наукова конференція “Львівські хімічні читання – 2019”. Львів, ЛНУ ім. Ів. Франка. 2019 (г). Секція Д. С. 1.
30. Бойчук Б.Я, Сиса Л.В. Екологічні дослідження рівня забрудненості донних відкладів р. Прут в околицях м. Яремче. V Всеукр. наук. конф. «Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи». Житомир, ЖДУ ім. Ів. Франка, 2021. С. 13-14.
31. Бойчук Б.Я. Порівняння ефективності різних способів мікрохвильової активації бентоніту у процесі очищення ним стічних вод від надлишку фосфатів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022. Т. 31. № 7. С. 45-49. <https://doi.org/10.36930/40320207>.
32. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Основні загрози екологічній безпеці ландшафтно-рекреаційного комплексу «Водоспад Пробій» у місті Яремче. I Міжн. наук.-практ. конф. “Екологічна безпека об’єктів туристично-рекреаційного комплексу”. Львів, ЛДУ БЖД. 2019. С. 140-141.
33. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Оцінка антропогенного впливу на річку Прут на ділянці Яремче – Коломия // IV Міжн. наук.-практ. конф. «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства». Львів, ЛДУ БЖД. 2021. С. 7-10.
34. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Оцінка ефективності роботи очисних споруд міста Яремче за гідрохімічними показниками річки Прут. IV Всеукр. наук. конф. “Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів”. Дніпро, ДНУ ім. О. Гончара, 2020. С. 123-126.
35. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д., Сиса Л.В. Оцінювання антропогенного впливу на річку Прут в околицях міста Яремче за показниками рівня забруднення донних відкладень. *Вісник ЛДУ БЖД*. 2021. № 23. С. 5-10. <https://doi.org/10.32447/20784643.23.2021.01>.

36. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д., Сиса Л.В., Волощишин А.І. Антропогенний вплив на основні гідрохімічні параметри річки Прут в околицях міста Яремче. *Екологічна безпека*. 2019. № 1(27). С. 50-57.
37. Боярин М.В. Інтегральний екологічний індекс екосистеми басейну річки Західний Буг. *Науковий вісник ВДУ ім. Лесі Українки. Серія: Географ. науки*. 2006. № 2. С. 171-175.
38. Васенко О. Г. Екологічне управління водоохоронною діяльністю. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища: зб. наук. праць*. Х.: ВД «Райдер», 2006. Вип. XXVIII (Ювіл. видання). С. 38-60.
39. Васенко О. Г., Мірошніченко О. П. Оцінка донних відкладень як можливих джерел забруднення водотоків. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища: зб. наук. праць*. Х.: ВД «Райдер», 2011. Вип. XXXIII. С.123-129.
40. Величко О.М., Зеркалов Д.В. *Контроль забруднення довкілля. Навч. посібник*. К.: Основа, 2002. 256 с.
41. Виксюк М. *Про річку Прут [електронний ресурс]*. Режим доступу: <https://kamendvir.com.ua/articles/zagalna-informaciya-pro-richku-prut>.
42. Вікіпедія [електронний ресурс]. Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Івано-Франківська область](https://uk.wikipedia.org/wiki/Івано-Франківська_область).
43. Водні ресурси Івано-Франківської області. Інформаційний посібник. Яремче: «МАМА-86 - Яремче», 2001. 156 с.
44. Водний кодекс України (вводиться в дію Постановою ВР№ 214/95-ВР від 06.06.95). *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 1995. № 24. ст.189.
45. Голояд Б. Я. *Техногенний вплив на режим річкових систем в Українських Карпатах* // Ресурси природних вод Карпатського регіону. Львів: ЛВ ЦНТЕІ. 2002. С. 16–20.
46. Гринюк В. І. Вдосконалення системи управління екологічною безпекою поверхневих вод на рівні промислового підприємства. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2017. № 1. С. 38-46.

47. Грицку В., Кіпрєєва Н. Аналіз впливу застосування різних методик визначення якості води на формування висновків про екологічний стан р. Прут у м. Чернівці. *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2014. Вип. 696: Географія. С. 12-15.
48. Джигерей В.С. *Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навчальний посібник*. 3-тє вид. К.: Знання, 2001. 306 с.
49. Джигирей В. С., Сторожук. В. М., Яцюк Р. А. Основи екології та, охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). Львів, Афіша. 2000. 272 с.
50. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Прийнято та надано чинності: наказ Мінекономрозвитку України від 23 жовтня 2014 р. № 1257. К.: Держспоживстандарт України, 2014. 28 с.
51. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правил відбирання проб. Прийнято та надано чинності 05.07.2007. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 36 с.
52. ДСТУ ISO 5667-6:2009 Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків (ISO 5667-6:2005, IDT). Прийнято та надано чинності 01.07.2011. К.: Держспоживстандарт України, 2012. 22 с.
53. ДСТУ ISO 9297:2007 Якість води. Визначення хлоридів. Титрування нітратом срібла із застосуванням хромату калію як індикатору (метод Мора). К.: Держспоживстандарт України, 2007. 26 с.
54. Екологічний паспорт Івано-Франківської області за 2018 рік. *Івано-Франківська обласна державна адміністрація. Департамент екології та природних ресурсів [електронний ресурс]*. Режим доступу: <http://www.if.gov.ua>.
55. Екологічний паспорт Івано-Франківської області за 2020 р. *Івано-Франківська обласна державна адміністрація. Департамент екології та*

- природних ресурсів [електронний ресурс]*. Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/content/article/5980>.
56. Запольський А.К. *Водопостачання, водовідведення та якість води*. К.: Вища школа, 2005. 671 с.
 57. Зеркалов Д.В. Види, джерела та наслідки забруднення навколишнього середовища. У книзі “*Техногенно-екологічні проблеми безпеки життєдіяльності*”. У 4-х кн. Кн. 4. К.: Науковий світ, 1999. С. 55-72.
 58. Інструкції з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу гідрометеорологічними станціями і постами. *Затверджено наказом Державної служби України з надзвичайних ситуацій № 126 від 16.03.2016 [електронний ресурс]*. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0030388-16#Text>.
 59. Карабин В.В. Гідрохімія головних іонів р. Білий Черемош. *Геологія та геохімія горючих копалин*. 2013. № 1–2. С. 101–106.
 60. Карабин В.В. Закономірності зміни макрокомпонентного хімічного складу вод ріки Білий Черемош. *Збірник наукових праць УкрДГРІ*. 2015. №1. С. 114-121.
 61. Карабин В.В., Рак Ю.М. Макрокомпонентний хімічний склад поверхневих вод Бориславського нафтопромислового району. *4-а Міжн. наук.-практ. конф. «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування»*. Трускавець, 2017 р. Т. 2. С. 239-241.
 62. Карпатський національний природний парк [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://karpatskyi-park.in.ua>.
 63. Карпатський національний природний парк: монографія. (За редакцією Приходька М.М., Киселюка О.І., Яворського А.І.) Івано-Франківськ: Фоліант, 2009. 672 с.
 64. Кирилюк А.О. Аналіз змін рівневого режиму річки Прут в межах м. Чернівці. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник*. К.: ВГЛ “Обрії”, 2006. Том 9. С. 84-91.

65. Кирилюк М.І. *Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат: Навчальний посібник*. Чернівці: Рута, 2001. 246 с.
66. Кирилюк О.В. Оцінка гідрохімічного статусу вод малих річок басейну верхнього Пруту (на прикладі річок Гуків, Дерелуй та Виженка). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2013. Т.4(31). С. 62-67.
67. Кіптяч Ф. Оцінка екоситуації в агроландшафтах за щільністю будови орного горизонту ґрунтів. *Вісник ЛНУ ім. І.Франка. Серія: Географія*. 2000. Вип. 26. С. 102-107.
68. Клапчук В. М., Корчемлюк М. В. Вміст важких металів у ріках басейну верхнього Пруту. *Ресурси природних вод Карпатського регіону*. Львів: ЛВ ЦНТЕІ. 2002. С. 52–55.
69. Клименко М.О., Вознюк М.Н., Вербецька К.Ю. Порівняльний аналіз нормативів якості поверхневих вод. Наукові доповіді НУБіП. 2012. № 8(30). Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_1/12kmo.pdf.
70. Клименко М.О., Прищепя А.М., Вознюк Н.М. *Моніторинг довкілля*. Рівне: Оберіг, 2004. 311 с.
71. КНД 211.1.4.010-94. *Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Методика*. К.: Мінекобезпеки України, 1994. 27 с.
72. КНД 211.1.4.021-95 *Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах*. К.: Мінекобезпеки України, 1995. 27 с.
73. КНД 211.1.4.023-95 *Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах*. К.: Мінекобезпеки України, 1995. 25 с.
74. КНД 211.1.4.024-95 *Методика визначення біохімічного споживання кисню після n днів (БСК_n) в поверхневих і стічних водах*. К.: Мінекобезпеки України, 1995. 20 с.

75. КНД 211.1.4.027-95 *Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою в поверхневих та біологічно очищених водах*. К.: Мінекобезпеки України, 1995. 20 с.
76. КНД 211.1.4.030-95 *Методика фотометричного визначення амоній-іонів з реактивом Неслера в стічних водах*. К.: Мінекобезпеки України, 1995. 28 с.
77. КНД 211.1.4.034-95 *Методика фотометричного визначення загального заліза в поверхневих та стічних водах*. К.: Мінекобезпеки України, 1995. 24 с.
78. КНД 211.1.4.039 *Методика гравіметричного визначення завислих (суспензованих) речовин в природних та стічних водах*. К.: Мінекобезпеки України, 1995. 25 с.
79. КНД 211.1.4.042-95 *Методика гравіметричного визначення сухого залишку (розчинних речовин) в природних та стічних водах*. К.: Мінекобезпеки України, 1995. 21 с.
80. КНД 211.1.4.043-95 *Методика фотометричного визначення фосфатів у стічних водах*. К.: Мінекобезпеки України, 1995. 22 с.
81. Кобяков Д.О., Ремез А.О., Полєва Ю.Л. Дослідження гідрологічних змін середньої ділянки річки Базавлук під впливом природних та антропогенних факторів. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. 2020. Том 49. С. 94-100.
82. Ковальчук І. Михнович А. Багаторічна динаміка стоку річок верхньої частини басейну Дністра. *Вісн. Львів. ун-ту ім. І. Франка. Сер. геогр.* 2003. Вип. 29. Ч. І. С. 136-147.
83. Ковальчук І., Михнович А. *Водоносність річок Карпат / Ресурси природних вод Карпатського регіону*. Львів: ЛВ ЦНТЕІ. 2002. С. 21–26.
84. Ковальчук І.П., Мкртчян О.С. Автоматизована екологічна класифікація елементів рельєфу та її застосування для вивчення річково-долинних ландшафтів. *Вісн. Львів. ун-ту ім. І. Франка. Сер. геогр.* 2008. Вип. 35. С. 159–164.
85. Колодій В. В., Колодій І. В., Петрицька У. І., Гаєвський В. Г. Екологічний стан поверхневих та прісних підземних вод Трускавецького курортно-

- рекреаційного району. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 1996. № 3–4 (96–97). С. 150–160.
86. Колодій В. Еколого-гідрохімічна характеристика рік північно-східного макросхилу Українських Карпат. *Праці Наукового товариства ім. Т. Шевченка. Т. XII: Екологічний збірник. Екологічні проблеми Карпатського регіону*. 2003. С. 126-135.
 87. Концур А.З., Думас І.З., Сиса Л.В. Очищення водних систем від надлишку фосфатів за допомогою бентоніту, активованого надвисокочастотним випромінюванням. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28. № 7. С. 78- 82. <https://doi.org/10.15421/4028071>.
 88. Концур А.З., Сиса Л.В. Карп'як О.Р. Особливості регенерації бентоніту з використанням надвисокочастотного випромінювання на прикладі біогенних іонів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.8. С. 292-298.
 89. Корчемлюк М. В. Екологічна оцінка якості води верхньої течії Пруту за блоком сольового складу та індексом забрудненості води. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник*. К.: ВГЛ «Обрії», 2006. Том 9. С. 142-148.
 90. Корчемлюк М.В. Сезонна динаміка показника мінералізації води у межах верхнього Пруту. *Науковий вісник НЛТУ*. 2004. Вип. 14.8. С. 406-409.
 91. Костенюк Л.В. Закономірності руслоформування у річковій системі Верхнього Пруту. *Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Спец. 11.00.07 „Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія”*. Чернівці, 2012. 20 с.
 92. Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К., Корчемлюк М.В., Стефурак О.М. *Моніторинг природних водних джерел Карпатського національного природного парку: монографія*. Ів.-Фр.: Фоліант, 2019. 124 с.
 93. Кравчук Я.С. *Геоморфологія Полонинсько-Чорногірських Карпат*. Львів: Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 218 с.
 94. Кравчук Я.С. *Геоморфологія Скибових Карпат*. Львів: видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 232 с.

95. Ломницька Я.Ф., Василечко В.О., Чихрій С.І. *Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля. Навчальний посібник з хімічних методів аналізу об'єктів довкілля*. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 496 с.
96. Люта Н.Г. Особливості розподілу важких металів у донних відкладах річок України. *Мінеральні ресурси України*. 2018. №1. С. 28-32.
97. Марчак А. Методика морфометричного аналізу рельєфу басейнових систем гірських територій засобами ГІС-технологій (на прикладі басейну р. Прут у межах Чорногори). *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2012. № 40. С. 32-41.
98. Мацуська О.В., Сидорчук О.В., Сабадаш В.В. Адсорбція фосфатів природними та модифікованими сорбентами із водних розчинів. *Науковий вісник ЛНУ ВМБТ імені С.З. Гжицького. Екологічні науки*. 2014. Т. 16. № 3(3). С. 342-347.
99. Мацуська О.В., Сухорська О.П. Порівняльний аналіз ефективності вилучення фосфатів із водного середовища природними сорбентами. *Науковий вісник ЛНУ ВМБТ імені С.З. Гжицького. Екологічні науки*. 2020. № 5(32). С. 153-158. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.5-32.22>.
100. МВВ 081/12-0007-01. *Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів гравіметричним методом*. К.: Мінекобезпеки України, 2005. 22 с.
101. МВВ 081/12-0116-03. *Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом*. К.: Мінекобезпеки України, 2005. 12 с.
102. МВВ N 081/12-0645-09. *Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації нафтопродуктів гравіметричним методом*. К.: Мінекобезпеки України, 2005. 10 с.
103. Мельник А.В. *Основи регіонального еколого-ландшафтознавчого аналізу. Видання 2-ге*. Львів: Літопис, 2002. 229 с.
104. *Методика екологічної оцінки стану поверхневих вод за відповідними категоріями*. Х.: УНДІЕП, 2012. 20 с.

105. *Методика розрахунку гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти зі стічними водами.* Харків, 1990. С.113.
106. Мірошніченко О. П. Географічні особливості формування донних відкладень в басейні р. Сіверський Донець. *Людина та довкілля: проблеми неоекології.* 2013. № 1-2. С. 81-85.
107. Назаренко І., Смага І., Нікорич В., Беспалько Р., Ю. Дронь Ю. Комплексна діагностика ґрунтоутворення в Передкарпатті. *Вісник ЛНУ ім. І.Франка. Серія: Географія.* 1999. Вип. 25. С. 74-75.
108. Найбільші сміттєзвалища України (інфографіка) [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ednist.info/news/96463>.
109. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні за 2018. *Рідна природа.* 2019. №№ 4-5. С. 3-87.
110. Ніколаєв А.М. Зміни водності ділянки річки Прут у межах м. Чернівці під впливом господарської діяльності // Матер. третьої всеукраїнської наукової конференції "Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія". Київ, 15 - 17 листопада 2006. С. 56.
111. Ніколаєв А.М., Соловей Т. В. Гідродинамічні умови формування якості вод малих річок басейну Прута. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник.* К.: ВГЛ "Обрії", 2004. Том 6. С. 223-229.
112. Олійник В.С., Рак А.Ю. Шляхи посилення захисних властивостей і стійкості лісів Скибових Горган. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2018. Т. 28. № 5. С. 9-14.
113. Олійник В.С., Ткачук О.М. Лісовий покрив річкових басейнів Передкарпаття та його стокорегулювальна роль. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2014. Вип. 24.9. С. 26-32.
114. Осика В.Ф., Кравченко М.С. *Якість вимірювань складу та властивостей об'єктів довкілля та джерел їх забруднення.* Київ: Наука, 1997. 663 с.
115. Попович В.В. Фізико-механічні властивості едафотопів довкола техногенних водойм сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів

- у межах Західного Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.14. С. 106-110.
116. Попович В.В. Еколого-техногенна небезпека сміттєзвалищ та наукові основи фітомеліоративних заходів їх виведення з експлуатації. *Автореф. дис. ... докт. техн. наук за спец. 21.06.01 «Екологічна безпека»*. ЛДУ БЖД ДСНС. Львів, 2017. Режим доступу: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/3841>.
 117. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. *Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999 р. № 465*. Київ: КМУ, 1999. 32 с.
 118. Приходько М., Парпан В. *Природно-заповідні території та об'єкти Івано-Франківщини*. Івано-Франківськ: ІФТУНГ, 2000. 253 с.
 119. Приходько М. М. Екологічні ризики та екологічна безпека басейну верхнього Пруту. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Конструктивна географія та геоекологія*. 2014. №2. С. 143-154.
 120. Приходько М. М. Екологічні ризики, екологічна безпека та управління ними в регіоні Українських Карпат і прилеглих територій. *Фізична географія та геоморфологія*. К.: Обрії, 2012. Вип. 3 (67). С. 28-40.
 121. Приходько М. М. Проблеми використання та екологічної безпеки земель у Карпатському регіоні України. Сучасний стан і перспективи ефективного використання земельних ресурсів Житомирської області. Збірник статей науково-практичної конференції, м. Житомир, 20-21 січня 2016 року. Житомир Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. С. 143-147.
 122. Програма державного моніторингу довкілля в частині проведення Держводагентством радіологічних і гідрохімічних спостережень за станом поверхневих вод у контрольних створах. *Затверджено наказом Державним агентством водних ресурсів України від 10 лютого 2015 року № 14 [електронний ресурс]*. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/FN010231>.

123. Рак Ю., Карабин В. Макрокомпоненти і сполуки азоту у верхній частині басейну річки Тисмениця. *Ресурси природних вод Карпатського регіону. Проблеми охорони та раціонального використання. Збірник наукових статей*. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2016. С. 124-125.
124. *Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат [електронний ресурс]*. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua>.
125. *Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області в 2016 році*. 2017. Івано-Франківська ОДА. 188 с.
126. Романенко В.Д. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод*. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.
127. Романенко В.Д., Жулинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними критеріями. Затверджено наказом Мінекобезпеки України від 31.01.98 р., № 44*. К.: Символ-Т, 1998. 48 с.
128. Сиса Л., Бойчук Б. Оптимізація умов вилучення важких металів із стічних вод за допомогою бентоніту, активованого мікрохвилями // XVIII наук. конф. «Львівські хімічні читання - 2021». - Львів, ЛНУ ім. Івана Франка. 2021. Секція 3. С. 79.
129. Сиса Л.В., Бойчук Б.Я., Кузик А.Д.. Очищення стічних вод від надлишку фосфатів за допомогою активованого бентоніту // Всеукр. наук. – практ. конф. «Подільські читання - 2021». Хмельницький, 2021. С. 133-136.
130. Сінченко В. Г., Николаєв А. М., Караван Ю. В., Тураш М. М. До використання водоростей як індикаторів забрудненості при гідрохімічній та еколого-санітарній оцінці якості водних ресурсів: дослідження транскордонних річок Чернівецької області. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористання*. 2017. № 2(16). С. 61-71.
131. Сніжко С.І. *Оцінка та прогнозування якості природних вод*. К.: Ніка-Центр, 2001. 264 с.

132. Соловей Т.В. Гідрохімічне районування річкових вод Прутського басейну. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: науковий збірник*. К.: Ніка– Центр, 2003. Том 5. С. 275–281.
133. Соловей Т.В. Самоочищення річкових вод (на прикладі ділянки річки Прут). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник*. К.: ВГЛ “Обрії”, 2006. Том 9. С. 136-142.
134. Стегней Ж.Г., Півень Є.І. Аерозолі та їх вплив на атмосферу. *Науковий вісник Львівського національного ун-ту ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2012. Т. 14. № 2(52). Ч. 3. С. 145-148.
135. Стихійні сміттєзвалища та купи відходів: На Прикарпатті проінспектували береги річок [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://money.if.ua/styhijni-smittyezvalyshha-ta-kupy-vidhodiv-na-prykarpatti-proinspektuvaly-beregy-richok/>.
136. Томич М.В., Шумська Н.В. Фіторізноманіття верхньої течії ріки Пістинька (басейн Прута) як індикатор стану гірських екосистем. *Вісник Запорізького Національного ун-ту. «Питання біоіндикації та екології»*. 2006. № 1. С. 183-185.
137. Турій Р. Репортаж із засідання колегії Державної екологічної інспекції в Івано-Франківській області [2017, електронний ресурс]. Режим доступу: <https://galka.if.ua/ochisni-sporudi-yaremche-ne-vitrimuyut-navantazhennya-vid-turistichnih-zakladiv-savka>.
138. Удод В.М., Поляков В.Л., Яців М.Ю. Сучасні підходи до визначення процесів самоочищення природних водойм (на прикладі річки Прут). *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2009. Вип. 12. С. 5-13.
139. Удод В.М., Трофімович В.В., Яців М.Ю. Екологічні критерії оцінки якості води гідроекосистем на прикладі водозбірного басейну р. Прут. *Екологічна безпека та природокористування*. 2010. Вип. 14. С. 84-92.

140. Удод В.М., Яців М.Ю. Динаміка змін показників якості води р. Прут на різних її ділянках. *Екологічна безпека та природокористування. Розділ 1. Екологічна безпека*. 2008. С. 42-60.
141. Удод В.М., Яців М.Ю. Просторово-часова екологічна характеристика р. Прут. *Екологічна безпека та природокористування*. 2008. Вип. 2. С. 145-161.
142. Хільчевський В.К. *Водопостачання і водовідведення: гідроекологічні аспекти*. К.: ВПЦ "Київський університет", 1999. 319 с.
143. Чмиленко Ф.О., Деркач Т.М. *Методи атомної спектроскопії: атомноабсорбційний спектральний аналіз. Навч. посіб.* Дн-ск: РВВ ДНУ, 2002. 120 с.
144. Шакірзанова Ж.Р., Кічук Н.С. *Гідрохімія річок і водойм України: Конспект лекцій*. Одеса: ТЕС, 2015. 59 с.
145. Шутяк С.В., Рак Ю.М., Карабин В.В. Правові основи регулювання екологічного стану поверхневих вод України // Матер. II-го круглого столу «Стратегія екологічної безпеки України: соціально-економічний та правовий вимір». Львів, 2017. С. 65-70.
146. Ющенко Ю.С., Костенюк Л.В. Особливості будови СРДС верхнього Пруту. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник*. К.: ВГЛ «Обрії», 2007. Том 10. С. 102-108.
147. Яцик А.В., Романенко В.Д. *Методика оцінки якості поверхневих вод за відповідними критеріями*. К.: Світ, 2008. 28 с.
148. Яців М.Ю. Комплексна оцінка якості води р. Прут. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2008. Вип. 11. С. 52-64.
149. Яців М.Ю. Оцінка екологічного стану річки Прут, як джерела води для централізованого водопостачання. *Екологія і ресурси*. 2008. Вип. 19. С. 143-155.

ДОДАТКИ

Додаток А

**Протоколи вимірювань показників якості води в р. Прут
у вибраних контрольних створах
(до розділу 3)**

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 421 від 24.09.19
Зав. НДЛ *[підпис]*

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23
Свідцтво про атестацію № РП 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 121 від « 24 » 09 20 19 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 19 » 09 20 19 р.

Шифр проби ВП-103/19

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 1 (Дора)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 111 від « 20 » 09 20 19 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	26	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,91	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	11,3	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	284	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,8	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,2	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	192	до 300
10.	Хлориди (Сl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	6,8	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	26,2	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,02	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,32	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,08	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	62,1	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	12,4	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,18	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,56	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	39,2	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	303	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	6,2	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	10,3	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	9,4	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	5,8	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	23,3	до 50

* - у середньому за періодом рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

[підпис] Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)
[підпис] Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 122 від 24.09.19
Зав. НДЛ

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23
Свідцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 122 від « 24 » 09 20 19 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 19 » 09 20 19 р. Шифр проби ВП-104/19

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 2 (Пожежна частина)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 112 від « 20 » 09 20 19 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	27	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,82	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	10,4	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	279	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,3	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,1	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	177	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	6,9	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	23,6	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,015	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,21	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,11	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	52,8	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	11,2	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,15	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,44	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	37,1	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	283	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	6,1	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	11,0	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,1	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,4	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	21,7	до 50

* - усереднено для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

Сиса Л.В.
(підпис)
Бойчук Б.Я.
(підпис)
(прізвище та ін.)

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 123 від 24.09.19
Зав. НДЛ

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 123 від « 24 » 09 20 19 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 19 » 09 20 19 р.

Шифр проби ВП-105/19

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 3 (м. Яремче)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 113 від « 20 » 09 20 19 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмір-ність	Резуль-тат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	24	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,88	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	13,6	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	271	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,1	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,0	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	168	до 300
10.	Хлориди (Сl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	7,9	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	29,6	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,021	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,52	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,15	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	49,6	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	10,2	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,14	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,63	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	36,4	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	283	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	7,9	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	10,9	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,2	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,6	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	22,8	до 50

* - усереднено для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 124 від 24.09.19
Зав. НДЛ

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23
Свідцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 124 від « 24 » 09 20 19 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 19 » 09 20 19 р. Шифр проби ВП-106/19

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 4 (с. Ямна)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 114 від « 20 » 09 20 19 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	26	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,05	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	14,1	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	281	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	2,9	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	2,7	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	163	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	7,6	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	24,5	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,014	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,11	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,10	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	46,4	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	9,3	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,12	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,57	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	32,3	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	269	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	6,6	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	7,9	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	5,4	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	3,5	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	23,7	до 50

* - усереднено для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

Сиса Л.В.
(підпис)
(прізвище та ін.)
Бойчук Б.Я.
(підпис)
(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 426 від 24.09.19
Зав. НДЛ *[підпис]*

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23
Свідцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 126 від « 24 » 09 20 19 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 19 » 09 20 19 р. Шифр проби ВП-108/19

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 6 (с. Татарів)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 116 від « 20 » 09 20 19 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмір-ність	Резуль-тат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	28	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,21	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	8,2	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	253	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,6	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,3	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	189	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	7,6	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	28,6	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,011	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,54	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,09	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	57,6	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	13,3	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,09	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,34	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	40,8	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	306	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	6,7	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,2	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,6	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	2,7	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	19,5	до 50

* - призначено для вододім рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

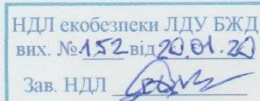
Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

[підпис]
(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

[підпис]
(підпис)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)



Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 152 від « 20 » 01 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 15 » 01 20 20 р.

Шифр проби ВП-08/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 1 (с. Дора)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 142 від « 16 » 01 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	27	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,82	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	13,2	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	297	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,3	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,1	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	212	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	14,5	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	31,7	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,032	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,90	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,21	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	71,2	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	16,9	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,18	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,66	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	44,3	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	352	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	9,4	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	9,8	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,2	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	5,2	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	22,1	до 50

* Удосвідчено для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 153 від 29.01.20
Зав. НДЛ

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 153 від « 20 » 01 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 15 » 01 20 20 р.

Шифр проби ВП-09/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 2 (Пожежна частина)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 143 від « 16 » 01 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	25	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,78	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	15,3	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	271	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,2	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,9	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	214	до 300
10.	Хлориди (Сl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	12,6	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	30,8	до 500
12.	Нітриди (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,031	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,21	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,20	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	67,2	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	13,5	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,12	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,68	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	40,1	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	351	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мгО/дм ³	9,1	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мкг/дм ³	8,0	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мкг/дм ³	8,2	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мкг/дм ³	5,5	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мкг/дм ³	21,8	до 50

* - у середньому для водоюм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(signature)
(підпис)

Сиса Л.В.

(прізвище та ін.)

(signature)
(підпис)

Бойчук Б.Я.

(прізвище та ін.)

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 154 від 20.01.20
Зав. НДЛ

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідectво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 154 від « 20 » 01 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 15 » 01 20 20 р.

Шифр проби ВП-10/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 3 (м. Яремче)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 144 від « 16 » 01 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмір-ність	Резуль-тат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	23	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,71	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	12,7	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	262	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,4	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,1	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	220	до 300
10.	Хлориди (Сl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	15,8	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	35,6	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,043	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	5,62	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,38	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	70,4	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	18,9	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,16	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,78	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	38,2	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	373	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	9,5	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,2	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,2	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,5	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	16,8	до 50

* - середньою для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

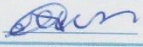
Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 485 від 20.01.20
Зав. НДЛ 

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

**Протокол № 155 від « 20 » 01 20 20 р.
вимірювань показників якості води**

Дата відбору: « 15 » 01 20 20 р.

Шифр проби ВП-11/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 4 (с. Ямна)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 145 від « 16 » 01 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

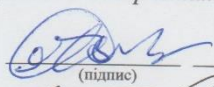
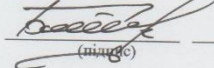
№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмір-ність	Резуль-тат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	26	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,88	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	10,3	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	281	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,0	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,7	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	207	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	13,6	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	31,4	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,039	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,32	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,33	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	64,0	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	14,4	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,13	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,71	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	39,7	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	346	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	9,2	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,2	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,2	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	3,6	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	13,3	до 50

* - ~~не передано~~ для вододім рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.


(підпис)

(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)



Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 156 від « 20 » 01 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 15 » 01 20 20 р.

Шифр проби ВП-12/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 5 (с. Микуличин)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 146 від « 16 » 01 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	28	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,06	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	10,3	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	294	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,9	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,6	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	198	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	11,2	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	32,7	до 500
12.	Нітриди (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,037	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,68	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,21	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	62,4	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	12,1	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,10	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,65	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	42,4	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	332	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	8,6	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	5,4	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,2	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	3,6	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	12,7	до 50

* - не передано для водоім. рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)



Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

Протокол № 157 від « 20 » 01 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 15 » 01 20 20 р.

Шифр проби ВП-13/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 6 (с. Татарів)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 147 від « 16 » 01 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	29	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,08	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	8,1	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	291	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,1	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,8	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	214	до 300
10.	Хлориди (Сl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	11,7	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	29,1	до 500
12.	Нітриди (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,026	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,12	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,24	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	65,6	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	15,3	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,08	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,74	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	48,1	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	347	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	8,8	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,5	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	7,2	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	2,6	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	9,7	до 50

* - усереднено для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

(підпис)

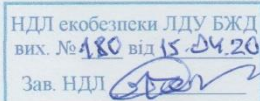
Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.



Протокол № 180 від « 15 » 04 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 09 » 04 20 20 р.

Шифр проби ВП-26/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 1 (с. Дора)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 170 від « 10 » 04 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмір-ність	Резуль-тат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	25	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,85	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	15,6	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	282	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,1	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,8	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	196	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	7,4	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	28,4	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,024	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,48	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,12	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	65,8	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	13,2	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,17	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,59	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	42,2	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	328	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	7,4	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	12,4	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,9	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,3	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	28,6	до 50

* - усереднено для вододійм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

(підпис)

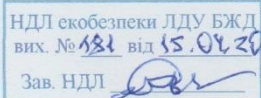
Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.



Протокол № 181 від « 15 » 04 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 09 » 04 20 20 р.

Шифр проби ВП-27/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 2 (Пожежна частина)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 171 від « 10 » 04 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмір-ність	Резуль-тат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	22	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,74	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	16,2	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	302	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,0	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,7	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	191	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	8,2	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	26,3	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,028	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,98	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,18	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	59,4	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	12,0	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,13	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,57	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	40,6	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	338	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	7,2	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	10,8	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,1	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,4	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	30,1	до 50

* - середньо для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.

(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.

(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 182 від 15.04.20
Зав. НДЛ *[підпис]*

Протокол № 182 від « 15 » 04 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 09 » 04 20 20 р. Шифр проби ВП-28/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 3 (м. Яремче)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 172 від « 10 » 04 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмір-ність	Резуль-тат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	21	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,70	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	18,1	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	295	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,1	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,9	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	175	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	8,6	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	31,6	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,032	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,97	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,22	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	63,6	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	13,8	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,19	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,66	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	48,3	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	338	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	6,9	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,9	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	7,2	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	5,4	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	31,0	до 50

* - передано для подальшого використання в господарському та побутовому використанні.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

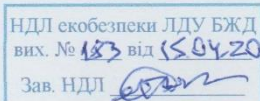
[підпис] Сиса Л.В.
(підпис) (прізвище та ін.)
[підпис] Бойчук Б.Я.
(підпис) (прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РП 127/17 від 14.11. 2017 р.



Протокол № 183 від « 15 » 04 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 09 » 04 20 20 р. Шифр проби ВП-29/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 4 (с. Ямна)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 173 від « 10 » 04 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмір-ність	Резуль-тат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	26	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,92	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	11,6	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	281	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,9	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,5	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	184	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	9,4	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	29,8	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,027	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,47	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,19	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	51,3	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	10,8	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,15	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,61	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	41,8	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	324	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	7,1	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Сvineць	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	8,1	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	7,3	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,5	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	22,9	до 50

* *визначено для водойм рибогосподарського та побутового використання.*



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

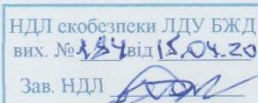
Сиса Л.В.
(підпис) (прізвище та ін.)
Бойчук Б.Я.
(підпис) (прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.



Протокол № 184 від « 15 » 04 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 09 » 04 20 20 р.

Шифр проби ВП-30/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 5 (с. Микуличин)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 174 від « 10 » 04 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	28	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,98	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	10,4	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	273	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,7	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,4	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	189	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	9,2	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	29,7	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,022	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,56	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,17	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	57,2	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	12,3	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,12	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,52	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	39,7	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	311	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	6,1	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,2	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,3	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	3,6	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	17,7	до 50

* - усереднено для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

Сиса Л.В.

(підпис)

(прізвище та ін.)

Бойчук Б.Я.

(підпис)

(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РП 127/17 від 14.11. 2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 185 від 15.04.20

Зав. НДЛ

Протокол № 185 від « 15 » 04 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 09 » 04 20 20 р.

Шифр проби ВП-31/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 6 (с. Татарів)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 175 від « 10 » 04 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	26	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,12	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	8,3	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	284	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,8	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,5	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	193	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	9,1	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	29,3	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,019	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,05	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,12	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	58,3	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	13,6	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,10	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,48	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	38,1	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	314	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	6,4	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,4	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,4	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	2,6	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	16,2	до 50

* - усереднено для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.

(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.

(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 206 від 16-07-20

Зав. НДЛ

Протокол № 206 від « 16 » 07 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 10 » 07 20 20 р.

Шифр проби ВП-62/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 1 (с. Дора)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 196 від « 11 » 07 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмір-ність	Резуль-тат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	22	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,89	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	16,3	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	281	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	4,0	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,7	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	205	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	11,0	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	27,3	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,027	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,66	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,19	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	68,2	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	16,1	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,13	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,61	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	47,4	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	312	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	8,2	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	11,0	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	10,0	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,5	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	25,0	до 50

* - усереднено для родоюм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.

(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.

(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 207 від 16.07.20

Зав. НДЛ

Протокол № 207 від « 16 » 07 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 10 » 07 20 20 р.

Шифр проби ВП-63/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 2 (Пожежна частина)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 197 від « 11 » 07 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	20	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,79	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	19,6	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	293	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,6	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,3	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	196	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	10,2	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	28,4	до 500
12.	Нітриди (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,019	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,72	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,13	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	63,4	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	18,7	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,18	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,55	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	50,3	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	298	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	8,5	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	7,6	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,2	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,1	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	18,0	до 50



Середній зразок для водоїм рибогосподарського та побутового використання.

Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.

(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.

(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 208 від 16.05.20

Зав. НДЛ

Протокол № 208 від « 16 » 07 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 10 » 07 20 20 р.

Шифр проби ВП-64/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 3 (м. Яремче)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 198 від « 11 » 07 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	18	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,82	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	20,4	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	298	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,4	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,2	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	197	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	12,6	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	30,8	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,027	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,02	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,28	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	55,9	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	13,2	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,19	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,65	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	49,4	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	281	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	9,1	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	5,5	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,5	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	6,0	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	19,0	до 50

* - передано для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.

(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.

(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 209 від 16.07.20

Зав. НДЛ

Протокол № 209 від « 16 » 07 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 10 » 07 20 20 р.

Шифр проби ВП-65/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 4 (с. Ямна)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 199 від « 11 » 07 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	22	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,98	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	16,3	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	282	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,5	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,2	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	174	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	11,9	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	28,9	до 500
12.	Нітриди (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,032	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,05	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,31	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	57,2	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	16,2	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,13	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,59	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	47,1	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	285	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	8,4	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	3,3	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,2	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	5,2	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	18,6	до 50

* - у середньому для водоім. рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.

(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.

(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 210 від 16.07.20

Зав. НДЛ

Протокол № 210 від « 16 » 07 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 10 » 07 20 20 р.

Шифр проби ВП-66/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 5 (с. Микуличин)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 200 від « 11 » 07 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмір-ність	Резуль-тат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	25	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,058	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	11,4	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	273	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,3	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,1	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	169	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	8,9	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	30,9	до 500
12.	Нітриди (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,028	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,25	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,19	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	60,5	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	18,1	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,11	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,49	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	42,4	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	291	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	7,3	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	2,8	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,3	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,9	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	17,3	до 50

* - використано для водойм рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.

(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.

(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.



Протокол № 211 від « 16 » 07 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 10 » 07 20 20 р. Шифр проби ВП-67/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут, п. 6 (с. Татарів)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 201 від « 11 » 07 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	28	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,21	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	8,7	не норм.
6.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	265	до 1000
7.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,1	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	2,9	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	191	до 300
10.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	9,5	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	28,3	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,021	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	3,85	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,19	до 3,5
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	61,3	до 90
16.	Магній (Mg ²⁺)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	17,6	до 45
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	0,08	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	0,62	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	45,3	до 150
20.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	321	до 1000
21.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	7,6	до 7,5
Специфічні показники:					
22.	Свинець	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	2,9	до 65
23.	Мідь	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	3,8	до 150
24.	Цинк	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	4,3	до 50
25.	Нікель	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мкг/дм ³	18,0	до 50

* Середньо-базисні нормативи для вододій рибогосподарського та побутового використання.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

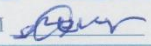
(підпис)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Додаток Б

Протоколи вимірювань складу водних витяжок з ґрунтів
(донних відкладень) поблизу КОС м. Яремче
(до розділу 3)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 98 від 20.09.20
Зав. НДЛ 

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 98 від « 20 » 09 20 20 р.
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « 10 » 09 20 20 р. Шифр проби Вгр-09/20

Об'єкт дослідження водна витяжка з донних відкладень; т. 1 (вище)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

за НД ---; акт відбору № 88 від 11.09 20 20 р.;

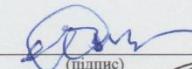
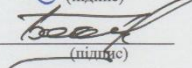
Використані ЗВТ: електрофотоколориметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Перерахунок, мг/кг
Вихідні дані:					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	250	
Результати аналізу:					
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	8,2	
4.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	326	
5.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,1	
6.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	2,8	
7.	Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	171	427
8.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	64,8	162
9.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	52,1	130
10.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	32,8	82,1
11.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	65,3	163,2
12.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	5,1	12,6
13.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	2,8	7,0
14.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	11,3	28,2
15.	Нафтопродукти	МВВ № 081/12-0116-03	мг/дм ³	2,2	5,6



Завідувач лабораторії: к.х.н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.


(підпис)

(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 99 від 20.09.20
Зав. НДЛ

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 99 від « 20 » 09 20 20 р.
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « 10 » 09 20 20 р. Шифр проби Вгр-10/20

Об'єкт дослідження водна витяжка з донних відкладень; т. 2 (навпроти)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

за НД ---; акт відбору № 89 від 11.09 20 20 р.;

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Пере-рахунок, мг/кг
Вихідні дані:					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	250	
Результати аналізу:					
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	8,1	
4.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	356	
5.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,5	
6.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,1	
7.	Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	189	473
8.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	62,5	156
9.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	54,8	137
10.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	41,0	102,5
11.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	93,1	232,6
12.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	6,5	16,2
13.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	2,9	7,3
14.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	12,5	31,2
15.	Нафтопродукти	МВВ № 081/12-0116-03	мг/дм ³	4,1	10,2



Завідувач лабораторії: к.х.н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)
(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 100 від 20.09.20
Зав. НДЛ [підпис]

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 100 від « 20 » 09 20 20 р.
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « 10 » 09 20 20 р. Шифр проби Вгр-11/20

Об'єкт дослідження водна витяжка з донних відкладень; т. 3 (100 м нижче)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

за НД ---; акт відбору № 90 від 11.09 20 20 р.;

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Перерахунок, мг/кг
Вихідні дані:					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	250	
Результати аналізу:					
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,8	
4.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	362	
5.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,1	
6.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	2,6	
7.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	158	396
8.	Хлориди (Сl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	68,3	171
9.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	59,4	149
10.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	36,6	91,6
11.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	131,4	328,5
12.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	9,2	23,1
13.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	3,4	8,5
14.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	19,4	48,6
15.	Нафтопродукти	МВВ № 081/12-0116-03	мг/дм ³	7,6	18,9



Завідувач лабораторії: к.х.н., доц. [підпис]

Виконавець: п/п-к сл. ц. з. [підпис]

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 101 від 29.09.20
Зав. НДЛ

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки
79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23
Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

Протокол № 101 від « 20 » 09 20 20 р.
вимірювань складу водної витяжки з ґрунту

Дата відбору: « 10 » 09 20 20 р. Шифр проби Вгр-12/20

Об'єкт дослідження водна витяжка з донних відкладень; т. 4 (300 м нижче)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.

за НД ---; акт відбору № 91 від 11.09 20 20 р.;

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр, ваги аналітичні, мірний посуд

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Одиниця виміру	Результат	Пере-рахунок, мг/кг
Вихідні дані:					
1.	Наважка ґрунту	ГОСТ 26423-85	г	100	
2.	Об'єм витяжки	ГОСТ 26423-85	мл	250	
Результати аналізу:					
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	8,0	
4.	Сухий залишок (90 °С)	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	346	
5.	Жорсткість загальна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	3,5	
6.	Жорсткість карбонатна	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг-екв/дм ³	2,9	
7.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	РД 52.24.24-86	мг/дм ³	177	442
8.	Хлориди (Сl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	59,5	149
9.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	51,2	128
10.	Нітриди (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	33,4	83,4
11.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	117,6	294
12.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	7,8	19,4
13.	Залізо загальне (Fe _{заг})	КНД 211.1.4.034-95	мг/дм ³	2,9	7,3
14.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	15,4	38,5
15.	Нафтопродукти	МВВ № 081/12-0116-03	мг/дм ³	3,8	9,4



Завідувач лабораторії: к.х.н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)

(підпис)

Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Додаток В

Протоколи вимірювань показників якості води в р. Прут
поблизу місця скидання очищених стічних вод КОС м. Яремче
(до розділу 3)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РЛ 127/17 від 14.11. 2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
 вих. № 231 від 16.02.20
 Зав. НДЛ [підпис]

Протокол № 231 від «16» 02 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: «10» 02 20 20 р. Шифр проби ВП-13/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут нижче КОС м. Яремче (1 квартал)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
 (назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 221 від «11» 02 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
 (тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	12	більше 10
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,05	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	12,7	до 15
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	216	до 250
6.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	26,6	до 35
7.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	28,4	до 35
8.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,13	до 0,16
9.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,5	до 6,0
10.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,17	до 0,17
11.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	1,91	до 2,0
12.	Біохім. спожив. кисню (БСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	12,1	до 15
13.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	25,6	до 80
	Специфічні показники:				
14.	Нафтопродукти	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм ³	0	0,0
15.	СПАР	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм ³	0,16	до 0,2

* - для очищених стічних вод на виході з міських КОС.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

[підпис]
 (підпис)

Сиса Л.В.
 (прізвище та ін.)

[підпис]
 (підпис)

Бойчук Б.Я.
 (прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РП 127/17 від 14.11. 2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
 вих. № 254 від 10.05.20
 Зав. НДЛ [підпис]

Протокол № 254 від « 10 » 05 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 05 » 05 20 20 р. Шифр проби ВП-31/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут нижче КОС м. Яремче (2 квартал)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
 (назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 244 від « 06 » 05 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
 (тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	11	більше 10
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,85	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	13,3	до 15
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	221	до 250
6.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	28,9	до 35
7.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	29,4	до 35
8.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,16	до 0,16
9.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,76	до 6,0
10.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,16	до 0,17
11.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	1,93	до 2,0
12.	Біохім. спожив. кисню (БСК)	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мгО/дм ³	11,9	до 15
13.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мгО/дм ³	22,3	до 80
	Специфічні показники:				
14.	Нафтопродукти	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм ³	0,11	0,0
15.	СПАР	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм ³	0,17	до 0,2

* - для очищених стічних вод на виході з міських КОС.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

[підпис] Сиса Л.В.
 (прізвище та ін.)
[підпис] Бойчук Б.Я.
 (прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РП 127/17 від 14.11. 2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № 273 від 16.08.20
Зав. НДЛ

Протокол № 273 від « 16 » 08 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 11 » 08 20 20 р.

Шифр проби ВП-74/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут нижче КОС м. Яремче (3 квартал)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 263 від « 12 » 08 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	13	більше 10
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	6,95	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	17,2	до 15
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	210	до 250
6.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	28,8	до 35
7.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	30,7	до 35
8.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,17	до 0,16
9.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,71	до 6,0
10.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,18	до 0,17
11.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	1,93	до 2,0
12.	Біохім. спожив. кисню (БСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	13,7	до 15
13.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	24,3	до 80
	Специфічні показники:				
14.	Нафтопродукти	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм ³	0	0,0
15.	СПАР	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм ³	0,15	до 0,2

* - для очищених стічних вод на виході з міських КОС.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(підпис)
(підпис)

Сиса Л.В.
(прізвище та ін.)Бойчук Б.Я.
(прізвище та ін.)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-185-16-23

Свідоцтво про атестацію № РП 127/17 від 14.11.2017 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
 вих. № 291 від 17.11.20

Зав. НДЛ

Протокол № 291 від « 17 » 11 20 20 р.
вимірювань показників якості води

Дата відбору: « 12 » 11 20 20 р.

Шифр проби ВП-94/20

Об'єкт дослідження: Вода з р. Прут нижче КОС м. Яремче (4 квартал)

Замовник: ЛДУ БЖД, п/п-к сл. ц. з. Бойчук Б.Я.
 (назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 281 від « 13 » 11 20 20 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
 (тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	15	більше 10
3.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,0	6,5-8,5
4.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	12,6	до 15
5.	Сухий залишок	КНД 211.1.4.042-95	мг/дм ³	168	до 250
6.	Хлориди (Cl ⁻)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	мг/дм ³	24,9	до 35
7.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	КНД 211.1.4.026-95	мг/дм ³	28,6	до 35
8.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	КНД 211.1.4.023-95	мг/дм ³	0,12	до 0,16
9.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	КНД 211.1.4.027-95	мг/дм ³	4,21	до 6,0
10.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	МВВ 081/12-0005-1	мг/дм ³	0,19	до 0,17
11.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	КНД 211.1.4.030-95	мг/дм ³	1,88	до 2,0
12.	Біохім. спожив. кисню (БСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	12,6	до 15
13.	Хімічне спожив. кисню (ХСК)	Ю.Ю. Лурье, 1989.	мгО/дм ³	23,6	до 80
	Специфічні показники:				
14.	Нафтопродукти	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм ³	0,10	0,0
15.	СПАР	СЭВ, 1987. Ч.1. Т.1.	мг/дм ³	0,14	до 0,2

* - для очищених стічних вод на виході з міських КОС.



Зав. лабораторії, к. х. н., доц.

Виконавець: п/п-к сл. ц. з.

(signature)
 (підпис)

Сиса Л.В.
 (прізвище та ін.)

Бойчук Б.Я.
 (прізвище та ін.)

Додаток Г

**Акти впровадження результатів дисертаційних досліджень
(до розділу 4)**



Яремчанська міська рада
Виробниче управління
водопровідно – каналізаційного господарства

78500 м. Яремче вул. Довбуша, 86 тел/факс (03434) 2-20-78, 2-27-63
 E-mail: jaremche_vuvkg@ukr.net

Вихідний № 154
 „31” травня 20 22 р.

АКТ

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Одним із підрозділів дисертаційного дослідження Бойчука Богдана Ярославовича на тему «Оцінка антропогенного впливу прибережних міст річки Прут на екологічний стан її води» є вивчення впливу очищення стічних вод м. Яремче на якість води у згаданій річці. Показано, що одним з найбільш небезпечних забрудників, які залишаються у помітних кількостях у стічних водах міста навіть після основного процесу очищення, є фосфатні сполуки.

Для зменшення вмісту цих сполук у стічних водах дисертант запропонував використати природний глинистий сорбент бентоніт. Подібні дослідження здобувач проводив у лабораторних умовах під час виконання експериментальної частини дисертації на базі науково-дослідної лабораторії екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Отримано позитивні результати, на основі яких опубліковано наукову статтю.

Враховуючи це, п. Бойчук Б.Я. запропонував ВУВКГ використати цей сорбент у виробничому процесі нашого підприємства. Він надав пробні партії бентоніту для проведення випробувань та детально розповів технологію їх здійснення. У результаті використання згаданого сорбенту вміст фосфатів у пробах стічних вод м. Яремче до та після експерименту суттєво знизився. Це було підтверджено багатьма хімічними аналізами, виконаними лабораторією ВУВКГ.

На підставі цих даних можна стверджувати, що методика, описана п. Бойчуком Б.Я. у результатах його дисертаційного дослідження, є ефективною для доочищення стічних вод від надлишку фосфатів.

Начальник ВУВКГ

Роман Небелюк



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної та методичної роботи
Львівського державного університету безпекижиттєдіяльності
кандидат технічних наук, доцент
полковник служби цивільного захисту

Дмитро ЧАЛИЙ

20__ року

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Бойчука Богдана Ярославовича
«Оцінка антропогенного впливу прибережних міст річки Прут
на екологічний стан її води»

Комісія у складі:

голови комісії – заступника начальника навчально-наукового інституту цивільного захисту, к. ф.-м. н., доцента, полковника служби цивільного захисту Меньшикової О.В.;

членів комісії: старшого викладача кафедри екологічної безпеки, к. т. н. Босака П.В., викладача кафедри екологічної безпеки, к. с.-г. н., Шуплата Т.І., встановила, що результати дисертаційної роботи на тему: «Оцінка антропогенного впливу прибережних міст річки Прут на екологічний стан її води» за спеціальністю 101 «Екологія» (на здобуття ступеня доктора філософії) використовуються у навчальному процесі під час викладання на кафедрі таких дисциплін:

- змістового модуля № 2 «Технології і методи очищення стічних вод», тема № 2.5. «Фізико-хімічне очищення стічних вод» з дисципліни «Теоретичні основи очищення стічних вод» за спеціальністю 101 «Екологія».

- змістового модуля № 3 «Контроль якості стічних вод, замкнена система водопостачання», тема № 3.1. «Утилізація осадів та контроль якості стічних вод» з дисципліни «Теоретичні основи очищення стічних вод» за спеціальністю 101 «Екологія».

Таким чином, результати дисертаційної роботи Бойчука Богдана Ярославовича використовуються в лекційному курсі зазначених навчальних дисциплін при викладенні теоретичних положень та методичних підходів щодо зменшення антропогенного впливу на річки. Зокрема, пропонується видаляти надлишок фосфатних сполук із стічних вод прибережних міст шляхом їх сорбційної доочистки з використанням природного глинистого сорбенту бентоніту.

Голова комісії:

Заступник начальника навчально-наукового інституту
цивільного захисту к. ф.-м. н., доцент
полковник служби цивільного захисту

Ольга МЕНЬШИКОВА

Члени комісії:

Старший викладач кафедри екологічної безпеки,
к. т. н.

Павло БОСАК

Викладач кафедри екологічної безпеки,
к. с.-г. н.,

Тарас ШУПЛАТ

Додаток Д
Перелік публікацій здобувача
(до Анотації та Вступу)

Наукові праці в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у наукових журналах, що входять до бази даних Scopus:

1. Boichuk B., Kuzyk A., Sysa L., Pastukhov P., Shuplat T. Wastewater Purification from Excess Phosphates Using Bentonite Activated by Microwave Radiation. *Journal of Ecological Engineering*. 2022 . No. 23(5). P. 251–259. **DOI: 10.12911/22998993/147131.**

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети досліджень, опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

Статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз:

2. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д., Сиса Л.В., Волощишин А.І. Антропогенний вплив на основні гідрохімічні параметри річки Прут в околицях міста Яремче. *Екологічна безпека*. 2019. № 1(27). С. 50-57.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

3. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В. Екологічна оцінка якості води у верхній течії річки Прут. *Вісник ЛДУБЖД*. 2019. №19. С. 108-114. **DOI: 10.32447/ 20784643.19.2019.12.**

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, польові дослідження, опрацювання результатів досліджень.

4. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В., Попович В.В. Вивчення розподілу вмісту важких металів у верхній течії річки Прут. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля*. 2019. № 2. С. 69-78.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, польові дослідження, опрацювання результатів досліджень.

5. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В. Антропогенний вплив на природні комплекси Карпатського національного природного парку. *Вісник ЛДУ БЖД*. 2020. № 21. С. 86-93. **DOI: 10.32447/ 20784643.21.2020.10.**

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети і завдань досліджень, опрацювання результатів досліджень.

6. Бойчук Б.Я., Сиса Л.В., Кузик А.Д. Оцінювання антропогенного впливу на річку Прут в околицях міста Яремче за показниками рівня забруднення донних відкладень. *Вісник ЛДУ БЖД*. 2021. № 23. С. 5-10. **DOI: 10.32447/20784643.23.2021.01.**

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, польові дослідження, опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

7. Бойчук Б.Я. Порівняння ефективності різних способів мікрохвильової активації бентоніту у процесі очищення ним стічних вод від надлишку фосфатів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022. Т. 32. № 2. С. . 45-49. **DOI: 10.36930/40320207.**

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Бойчук Б., Сиса Л., Кузик А. Сезонні коливання гідрохімічних параметрів річки Прут у верхній течії. *XVII Міжн. наук. конф. «Львівські хімічні читання 2019»*. Львів, ЛНУ ім. Ів. Франка, 2019. Секц. Д. С. 1.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети і завдань досліджень, польові дослідження, опрацювання результатів досліджень.

9. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Основні загрози екологічній безпеці ландшафтно-рекреаційного комплексу «Водоспад Пробій» у місті Яремче. *I-а Міжн. наук.-практ. конф. “Екол. безп. об’єктів тур.-рекреац. компл.”* Львів, ЛДУ БЖД, 2019. С. 140-141.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, аналіз проблеми, частина висновків.

10. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Оцінка ефективності роботи очисних споруд міста Яремче за гідрохімічними показниками річки Прут. *IV Всеукр. наук. конф. “Теор. та експерим. асп. суч. хімії та матер.”*. Дніпро, ДНУ ім. О. Гончара, 2020. С. 123-127.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети і завдань досліджень, польові дослідження, опрацювання результатів досліджень.

11. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Оцінка антропогенного впливу на річку Прут на ділянці Яремче – Коломия. *IV Міжн. н.-пр. конф. «Екол. безп. як основа сталого розв. сусп. ...»*. Львів, ЛДУ БЖД, 2021. С. 123-126.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, опрацювання результатів досліджень.

12. Сиса Л.В., Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Оптимізація процесу вилучення надлишку фосфат-іонів із стічних вод за допомогою активованого бентоніту. *Матер. XVIII Міжн. наук. конф. «Львівські хімічні читання 2021»*. Львів, ЛНУ ім. Ів. Франка, 2021 (а). Секція 3. С. 79.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети досліджень, опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

13. Бойчук Б.Я., Сиса Л.В. Екологічні дослідження рівня забрудненості донних відкладів р. Прут в околицях м. Яремче. *V Всеукр. наук. конф. «Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи»*. Житомир, ЖДУ ім. Ів. Франка, 2021. С. 13-14.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, польові дослідження опрацювання результатів досліджень, частина висновків.

14. Сиса Л.В., Бойчук Б.Я., Кузик А.Д. Очищення стічних вод від надлишку фосфатів за допомогою активованого бентоніту. *Всеукр. наук. – практ. конф. «Подільські читання 2021»*. Хмельницький, ХНУ, 2021. С. 133-136.

Особистий внесок – аналіз літературних джерел, формулювання мети досліджень, опрацювання результатів досліджень, частина висновків.