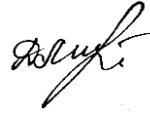


Міністерство освіти та науки України  
Рівненський державний гуманітарний університет  
Психолого-природничий факультет  
Кафедра екології, географії та туризму

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри



(підпис)

Лико Д.В.

(ініціали, прізвище)

“19” грудня 2022 року

**Пояснювальна записка**  
до кваліфікаційної роботи магістра

зі спеціальності 014 «Середня освіта (Географія)»  
(код і назва)

на тему: «Оцінка геоекологічного стану річки Прут»

Виконав (-ла): студент (-ка) II курсу, групи МГ-61  
(шифр групи)

**Совпенчук Дарія Сергіївна**

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології,  
географії та туризму РДГУ Суходольська І.Л.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент декан природничо-географічного факультету  
Міжнародного економіко-гуманітарного університету  
ім. акад. С. Дем'янчука, кандидат географічних наук,  
доцент Романів Андрій Степанович  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Студент

(підпис)

**Оцінка за результатами захисту:**

Національна шкала відмінно

Кількість балів: 94

Оцінка: ЄКТС A

**Рівне – 2022 року**

## ЗМІСТ

|   |  |
|---|--|
| <b>ВСТУП</b> .....  |  |
| <b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ БАСЕЙНУ РІЧКИ ПРУТ</b> .....                      |  |
| 1.1. Історичні аспекти вивчення річки Прут .....  |  |
| 1.2. Причини забруднення басейну річки Прут .....   |  |
| <b>ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ</b> .....  |  |
| <b>РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....                             |  |
| 2.1. Загальна характеристика річки Прут .....   |  |
| 2.2. Геологічна будова та рельєф.....   |  |
| 2.3. Характеристика ґрунтів водозбірної території .....   |  |
| 2.4. Біологічне різноманіття басейну річки Прут .....   |  |
| 2.5. Методи проведення досліджень .....   |  |
| <b>ВИСНОВКИ ДО 2 РОЗДІЛУ</b> .....  |  |
| <b>РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА СТАНУ БАСЕЙНУ РІЧКИ ПРУТ</b> .....  |  |
| 3.1. Вміст сполук Нітрогену у воді річки Прут.....  |  |
| 3.2. Зміни вмісту розчиненого кисню та біохімічного споживання кисню у воді річки Прут.....       |  |
| 3.3. Вміст завислих речовин, сульфатів, фосфатів та хлоридів у воді річки Прут.....               |  |
| 3.4. Визначення класів якості за індексом забрудненості води (ІЗВ).....                           |  |
| 3.5. Оцінка антропогенного навантаження на басейн річки Прут.....                                 |  |
| <b>ВИСНОВКИ ДО 3 РОЗДІЛУ</b> .....  |  |
| <b>РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ РІЧОК НА УРОКАХ ГЕОГРАФІЇ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ</b> ..... |  |
| 4.1. Зміст курсу географії в закладах середньої освіти, що передбачає вивчення річок.....         |  |
| 4.2. Використання інтерактивних методів при вивченні річок на уроках географії.....               |  |
| <b>ВИСНОВКИ ДО 4 РОЗДІЛУ</b> .....  |  |
| <b>ВИСНОВКИ</b> .....   |  |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....   |  |

## ДОДАТКИ.....

### ВСТУП

Річки – це найголовніші водні артерії будь-якої держави, котрі формують не лише природні ландшафти, власні біогеоценози та цілі екосистеми, а й мають величезне значення у житті кожного із нас. Існує і зворотній зв'язок: побутова та виробнича діяльність людей неминуче впливає на стан цих водних артерій, показниками чого є їх чистота або ж забрудненість, здатність до самоочищення, або ж повна деградація та знищення.

Аналіз сучасного геоecологічного стану річок в Україні показує, що надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти нашої держави призводить до кризового зменшення самовідтворювальних властивостей річок та значного виснаження їх водоресурсного та біологічного потенціалу. Фактично у будь-якій українській річці спостерігаються значні осередки забруднення через неупорядковане відведення стічних вод від населених пунктів, окремих підприємств та сільськогосподарських угідь.

Однією із основних водних артерій Західного регіону України є річка Прут – ліва притока Дунаю, що протікає територіями Івано-Франківської та Чернівецької областей, а також на території таких держав, як Молдова і Румунія. Витоки річки розташовані на карпатському масиві Чорногора, поблизу гори Говерла.

Басейн річки Прут – це живий організм, ціла екологічна система, яка включає в себе прибережні зони та маленькі річки й потічки, де мешкає значна кількість природоохоронних видів риб, земноводних та рослин. Проте, нажаль, із кожним роком через людську діяльність (неконтрольований вилов риби, викиди побутових відходів, промислові та міські стоки та ін.) стан річки погіршується. Таким чином, сказане і зумовлює **актуальність** вибору теми роботи: «Оцінка геоecологічного стану річки Прут».

**Метою** дослідження є комплексна оцінка геоecологічного стану басейну річки Прут, а також аналіз особливостей вивчення річок на уроках географії у закладах середньої освіти.

Задля досягнення мети дослідження перед нами постають наступні **завдання**:

- розглянути історичні аспекти вивчення річки Прут;
- описати основні причини забруднення басейну річки Прут;
- надати загальну характеристику річки Прут;
- окреслити геологічну будову, основні види ґрунтів водозбірної території, а також біологічне різноманіття басейну річки Прут;
- назвати основні методи проведення досліджень щодо оцінки стану басейну річки Прут;
- дослідити стан води у річці Прут;
- оцінити антропогенне навантаження на басейн річки Прут;
- проаналізувати особливості вивчення річок на уроках географії в закладах середньої освіти.

**Об'єктом** дослідження виступає річка Прут.

**Предмет** дослідження – геоecологічний стан басейну річки Прут.

**Методами** дослідження виступили наступні: *теоретичні* – пошук та обробка літературних та електронних джерел із теми дослідження, методи аналізу і синтезу, а також метод узагальнення, що допомогли нам надати геоecологічну характеристику річки Прут, описати основні причини її забруднення, виділити історичні етапи вивчення річки, а також зробити відповідні висновки; *емпіричні* – визначення індексу забруднення води (ІЗВ) у річці Прут, а також дослідження її гідрохімічного складу на ділянці від с. Дора (передмістя м. Яремче) вгору за течією до с. Татарів за допомогою стаціонарної мережі спостережень.

**Теоретичною основою** для досліджень стали роботи українських вчених, котрі вивчали екологічний стан та якість води у басейні річки Прут, а саме: Б. Бойчука, А. Кузика, Л. Сиси, В. Гринюк, В. Удода та ін.

**Практичне значення** отриманих результатів у тому, що їх можна застосовувати екологами під час розробки планів зі стабілізації екологічного стану басейну річки Прут, викладачами та студентами вищих навчальних закладів під час підготовки до занять із дисципліни «Гідроекологія», а також викладачами закладів середньої освіти під час вивчення річок на уроках географії.

**Структура** магістерської роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, а також списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи – сторінок.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ БАСЕЙНУ РІЧКИ ПРУТ

### 1.1 Історичні аспекти вивчення річки Прут

Прут – це одна з найбільших річок у Західній Україні, яка протікає на території Івано-Франківської та Чернівецької областей та є лівою притокою Дунаю. Прут є однією із наймальовничіших річок у цьому регіоні, яка відіграє надзвичайно важливу роль у рекреаційному, господарському та естетичному значеннях [2, с. 50].



Рис. 1.1. Басейн річки Прут на території України [2]

Інформація про річку Прут відображена навіть у давніх літописах, адже саме тут відбувалися події, що змінили хід історії не лише для України, а й для усієї Європи. Так, у 1470 році на річці Прут воєвода Стефан зупинив навалу татар. У 1563 р. через Прут переходив князь Дмитро Вишневецький зі своїм військом, а у 1621 р. перехід здійснив султан Осман, котрий зазнав поразки у битві під Хотиним [12]. Ще одна історична дата, із якою пов'язана річка Прут – 1711 рік, коли було здійснено Прутський похід, що закінчився поразкою Петра I та підписанням Прутського мирного договору.

Взагалі, дослідження річок відбувалося протягом усієї історії людства, проте перші наукові узагальнення та теоретичні підходи до цього питання з'явилися лише наприкінці XIX – на початку XX ст. Це стосується і вивчення річки Прут. Так, наприклад у 1874 році Г. Як та Є. Горн відправилися у подорож Східними Карпатами досліджувати долини річок Прут та Тиса. А в 1879 р. вийшли праці віденських геологів Пауля та Тітце, у яких описувалися витoki Пруту. Трохи згодом кари та цирки на межиріччі Пруту та Черемошу стали об'єктами досліджень у працях М. Ломницького та С. Вейгля [6, с. 144].

Вже більш серйозні наукові дослідження українських річок, у тому числі й річок Українських Карпат розпочалися у 60-х роках XX ст. Це значною мірою було пов'язано із комплексними планами освоєння водних ресурсів, які активно запроваджувалися у нашій державі. Так, у 1954 – 1965 рр. було закладено основи для заснування Дністровського басейнового управління водними ресурсами в Україні, яке щороку публікує дослідження якості води у річках, що входять до басейну Дунаю, у тому числі, – й у річці Прут [10]. А, наприклад, у 1978 році на базі Львівського національного університету імені І. Франка було відкрито Чорногорський географічний стаціонар, на якому проводяться ландшафтно-моніторингові дослідження та режимні ландшафтно-географічні (метеорологічні, гідрологічні, фенологічні та геоморфологічні) спостереження за річками [5, с. 9].

У цей же час було встановлено спостереження за територією басейну Прут на найбільших гідрологічних постах у м. Ворохта, Татарів, Яремче, Коломия та Чернівці. Зазначені дослідження мали та досі мають саме прикладне значення. Спостереження за річкою Прут розпочинали М. Бухін, В. Базилевич, О. Кафтан, В. Онищук, А. Каганов та інші дослідники.

Із 90-х років ХХ ст. розпочинається сучасний етап дослідження річок Західної України. Він характеризується розвитком поглядів на їх раціональне та оптимальне використання, а також застосуванням якісно нових методологічних підходів. Подібні дослідження проводяться у Київському національному університеті, зокрема, О. Ободовським, В. Онищуком, О. Коноваленком, Чернівецькому національному університеті – Ю. Ющенком, В. Явкіним тощо.

Саме у цей час починаються і масштабні дослідження річки Прут. Так, передумови формування, динаміку, особливості протікання та наслідки паводків у кінці ХХ – на початку ХХІ ст. у басейні річки Прут досліджували В. Шушняк, В. Клапчук та Я. Тимчук (1995 рік), А. Мельник (1999 р.), І. Рожко, Я. Ільчишин і Т. Микітчак (2009 р.), Л. Костенюк (2009 р.) та ін. Гідрологічний режим Пруту вивчала Л. Костів (2009 рік) [5, с. 8].

Натомість, метеорологічні передумови формування паводків та вплив кліматичних факторів та їх зміни на розвиток сучасних гідрометеорологічних процесів у басейні річки досліджували А. Мельник, П. Шубер, В. Шушняк, Л. Костів, В. Березняк (2009 р.) [8], І. Гнатяк та В. Дудич (2012), М. Корчемлюк, М. Приходько і Л. Архипова (2016) тощо.

Доволі змістовними є й дослідження сучасними вченими екологічного стану басейну річки Прут. Наприклад, В. Удод, В. Трофімович та М. Яців оцінювали якість поверхневих вод річки (2010 р.) [14], вивченням розподілу вмісту важких металів у верхній течії Пруту займалися Б. Бойчук, А. Кузик, Л. Сиса та В. Попович (2019 р.) [3], екологічну оцінку якості води у верхній течії річки здійснювали Б. Бойчук, А. Кузик та Л. Сиса (2019 р.) [1]. Антропогенний вплив на основні гідрохімічні параметри р. Прут в околицях міста Яремче вивчали Б. Бойчук, А. Кузик, Л. Сиса та А. Волощишин (2019 р.) [2], а



дослідженнями сезонних коливань фізико-хімічного складу поверхневих вод Пруту у цьому ж місті займалися Х. Матіїв, М. Корчемлюк і Л. Архипова (2022 р.) [7].

Загалом, наукові дослідження річки Прут здійснювалися у три етапи (рис. 1.2):

- кінець XIX – початок XX ст.;
- 60-ті – кінець 80-х років XX ст.;
- 90-ті роки XX ст. – і до сьогодні.

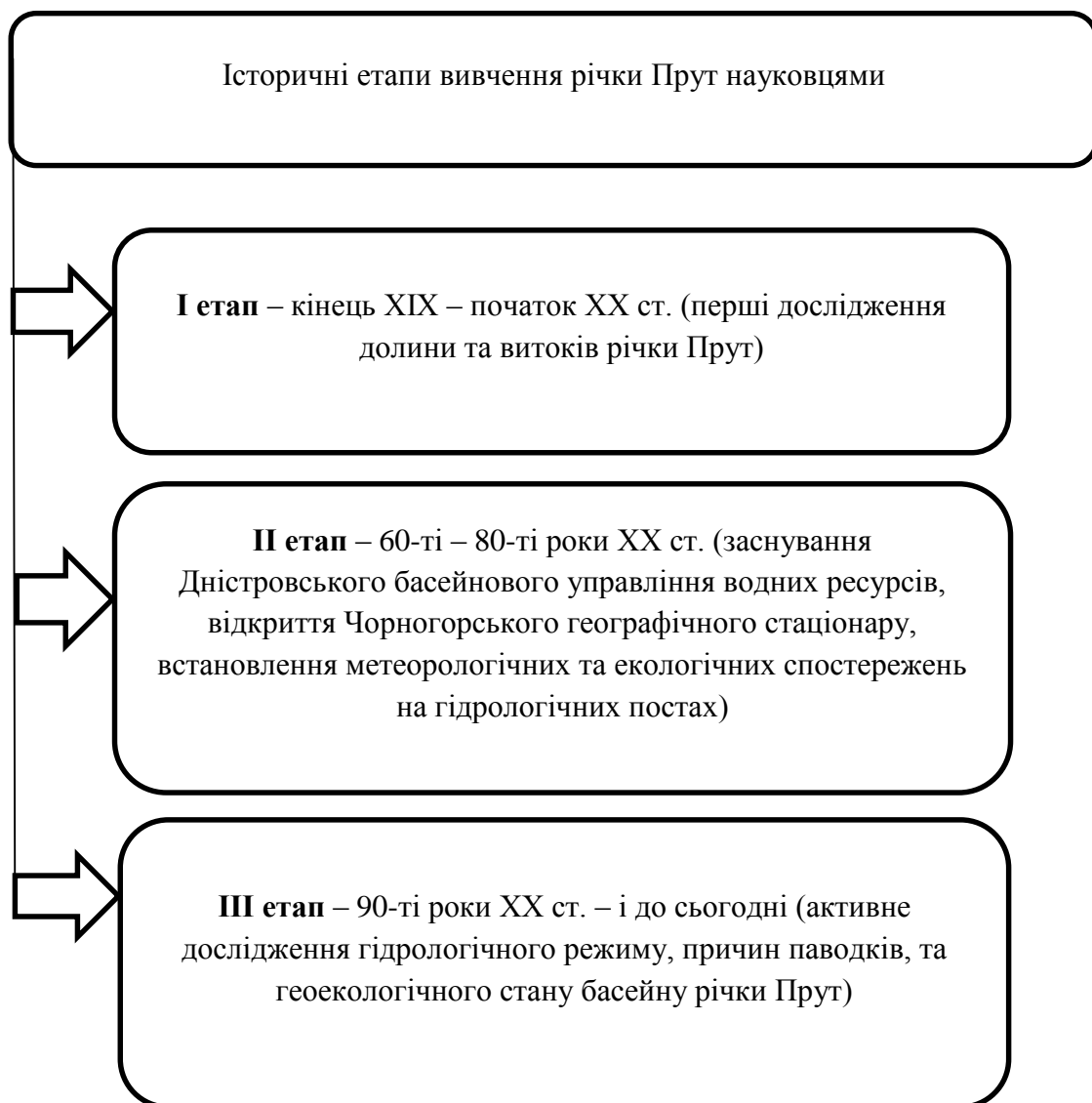


Рис. 1.2. Основні історичні етапи вивчення річки Прут [5; 7; 8; 10]

Однак варто зауважити, що річка Прут потребує комплексних екологічних досліджень для оптимізації її стану та вжиття відповідних заходів для покращення її стану та якості води. Далі розглянемо причини забруднення басейну річки Прут.

## **1.2. Причини забруднення басейну річки Прут**

Річки – це водні артерії будь-якої країни. Вони формують не лише природні ландшафти, власні біогеоценози та цілі екосистеми, а й безпосередньо впливають на життя людей. Існує також і зворотній зв'язок: саме суспільство та його виробнича діяльність неминуче впливають на стан цих водних артерій, їхню чистоту, або ж, навпаки, забрудненість, викликаючи іноді, нажаль, повну деградацію та знищення річок [15].

Системний аналіз сучасного екологічного стану річок в Україні дає змогу окреслити коло найбільш актуальних проблем, які потребують негайного розв'язання, а саме:

- надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти;
- кризове зменшення самовідтворювальних можливостей річок;
- виснаження водоресурсного потенціалу [1, с. 108].

Практично всюди зараз спостерігається стала тенденція до значного забруднення водних об'єктів внаслідок неупорядкованого відведення стічних вод від населених пунктів, господарських об'єктів та сільськогосподарських угідь. Не виключенням є і одна із головних водних артерій Західного регіону України – річка Прут.

Антропогенне забруднення поверхневих та підземних вод річки Прут пов'язане із наступними причинами:

- відсутність водоохоронних та захисних зон;
- відсутність водоочисних споруд на підприємствах;

- нерегульоване розміщення побутових відходів, особливо у сільських місцевостях;
- використання пестицидів та хімікатів у сільському господарстві;
- відсутність нормального водовідведення у сільській місцевості, де протікає річка;
- значна кількість нелегальних звалищ, розташованих на території Івано-Франківської та Чернівецької областей.

Одним із найбільших джерел забруднення басейну річки Прут є стік зливних вод у містах Чернівці, Коломия, Яремче та інших, які розташовані поблизу водних траншей. Внаслідок відсутності у цих містах систем збору та очистки зворотних вод або недостатніх їх потужностей забруднюючі речовини потрапляють до річки. Лише комунальне підприємство «Чернівціводоканал» кожного року зливає у Прут понад 15 млн. м<sup>3</sup> забрудненої зворотної води [13] (рис. 1.3).

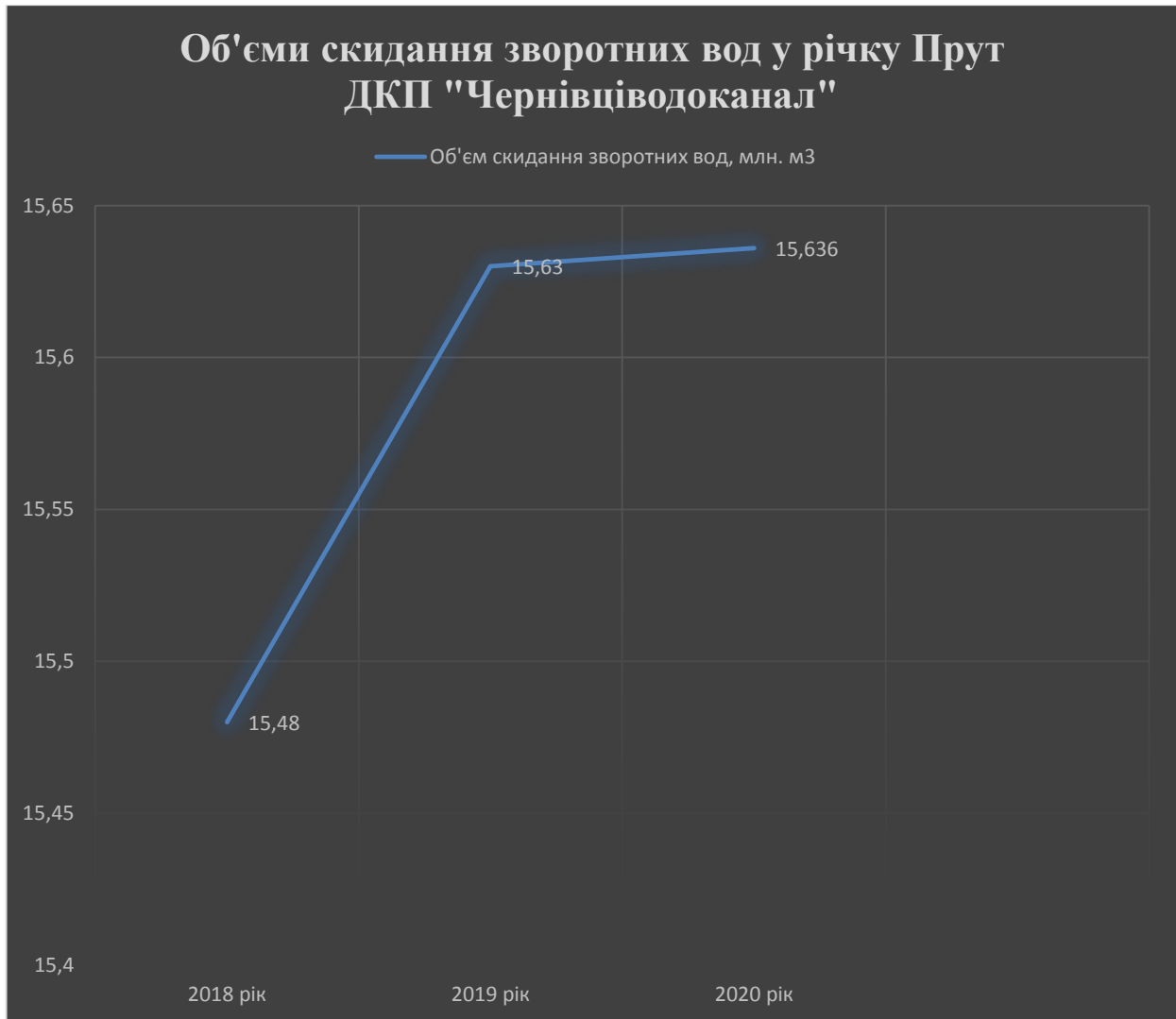


Рис. 1.3. Об'єми скидання зворотних вод у річку Прут у м. Чернівці протягом 2018 – 2020 рр. [13, с. 36]

Крім того, важливими джерелами забруднення річки Прут є:

- стоки із промислових майданчиків, з легальних та нелегальних сміттєзвалищ, які забруднюють підземні та поверхневі води паливно-мастильними речовинами, нафтопродуктами, важкими металами, пластиком та іншими небезпечними речовинами, що міститься в інфільтраті зі сміттєзвалищ;
- стоки із сільськогосподарських угідь, що містять розчинені мінеральні добрива, хімікати та пестициди;
- стоки із тваринницьких господарств і птахофабрик;

- стоки поселень, котеджних містечок, туристичних комплексів чи готельно-ресторанних закладів, які не підключені до загальної системи каналізації;
- стоки із місць вирубки лісу та доріг лісозаготівельних ділянок, які спричиняють швидку деградацію земель та лісових екосистем та негативно впливають на водні тіла за рахунок зростання твердого стоку та зниження якості води.

У результаті недосконалості технологій на промислових підприємствах до поверхневих водойм річки Прут потрапляють токсичні сполуки важких металів (свинець, кадмій, марганець, кобальт, нікель, мідь, цинк, залізо тощо). Свинець, наприклад, зазвичай потрапляє у річкові води внаслідок спалювання вугілля, або ж зі стічними водами металургійної чи хімічної промисловості. Значні об'єми сполук свинцю у поверхневі водойми викидає автотранспорт, який працює на «етилованому» бензині.

Сполуки міді потрапляють у річку із тих ділянок сільськогосподарських угідь, де для боротьби із фітофторою рослин застосовували мідний купорос. Цинк, у свою чергу, потрапляє у природні води разом зі стоками рудозбагачувальних фабрик, виробництв пергаментного паперу, мінеральних фарб та штучних волокон [3, с. 77].

Звісно, більшість промислових підприємств проводить планові та поточні ремонти водопровідних мереж, коли виникають певні аварійні ситуації чи пориви, проте цього недостатньо для забезпечення екологічної безпеки річок, адже очисні споруди та водопровідні мережі збудовані, як правило, ще у сімдесятих роках ХХ століття, і тому вони вже вважаються технічно застарілими та потребують негайної заміни [4].

Ще одним суттєвим джерелом забруднення річки є окремі господарства та населені пункти, які не мають належної каналізації. Так, рівень підключення домогосподарств до каналізації у сільській місцевості в Івано-Франківській та Чернівецькій областях знаходиться на критичному рівні (табл. 1.1). У таких населених пунктах стічні води збираються у децентралізованих санітарних

системах: у септиках або вигрібних ямах, що призводить до значного нітратного та мікробного забруднення колодязів та поверхневих вод річок.

Таблиця 1.1

**Відсотковий рівень не підключення до каналізації населених пунктів в Івано-Франківській та Чернівецькій областях у 2020 році (джерело: Національна доповідь про якість питної води та питного водопостачання у 2020 році [9])**

|        | Чернівецька область                                     | Івано-Франківська область |
|--------|---|---------------------------|
|        | Не підключені поселення, %                              |                           |
| Міста  | 18,2%   | 0%                        |
| Селища | 12,5%   | 54,2%                     |
| Села   | 96,2% (3,8 % сіл забезпечені локальним водовідведенням) | 98,8%                     |

Також варто зауважити, що неправильне поводження з небезпечними промисловими та побутовими відходами є однією із основних екологічних проблем української частини басейну річки Прут. У Чернівецькій області, наприклад, на 2020 рік діяло 267 легальних полігонів загальною площею 254,2 гектари, та 312 несанкціонованих сміттєзвалищ, площею 0,0063 га. В Івано-Франківській області на той же час діяло 234 нелегальних сміттєзвалища загальною площею 8,74 га, та 15 санкціонованих сміттєвих полігонів і звалищ, площа яких складала 74,9 гектари [11]. Хоча, за даними Міністерства розвитку громад та територій України, більшість несанкціонованих сміттєзвалищ була усунена, таке посилення екологічного контролю за незаконним скидом відходів у непридатних для цього місцях, нажаль, поки все-одно не дає реальних результатів.

Окрім цього, аналіз екологічного стану річки Прут дав змогу виявити ще кілька складних проблем, які потребують невідкладного вирішення:

- 1) береги річки забруднені пластиковим сміттям;
- 2) майже усі колектори та наявні очисні споруди на підприємствах потребують капітального ремонту чи перебудови;

3) відбувається значне скорочення мереж та планів спостереження за водними об'єктами, відсутній постійний автоматичний моніторинг екологічного стану та якості води у річці;

4) відсутні захисні лісові насадження для закріплення меж прибережних заповідних територій;

5) недостатньо коштів виділяється на ефективний контроль за моніторингом якості води, вимірювальні прилади вже є технічно застарілими;

6) відсутні лабораторії із моніторингу якості води у р. Прут [2].

Для вирішення вищезазначених проблем можливо здійснити наступні заходи:

1) належним чином сформулювати технічні умови споживання та використання водних ресурсів на об'єктах водного господарства;

2) зменшити скидання забруднених стічних вод у річку, зокрема й завдяки встановленню очисних споруд;

3) модернізувати систему спостереження та контролю за якістю води у річці;

4) придбати необхідні технічні засоби для очищення прибережних зон від пластику;

5) створити захисні лісонасадження та здійснювати постійний контроль за дотриманням режиму їх використання;

6) на підприємствах створити замкнутий цикл використання води, що дозволить запобігти потраплянню стічних вод у поверхневі та підземні води річки.

Основні причини забруднення басейну річки Прут представлено на рисунку (рис. 1.4).

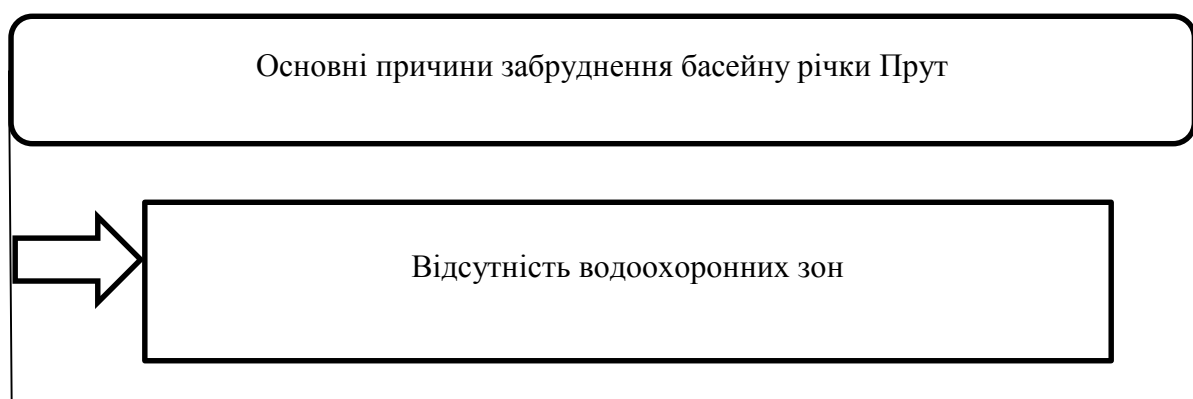




Рис. 1.4. Основні причини забруднення басейну річки Прут

Таким чином, основними джерелами забруднення вод річки Прут є стоки зливових вод, промислових підприємств, легальних та нелегальних сміттєзвалищ, а також населених пунктів, що не підключені до системи централізованого водовідведення. Окрім того, прибережні зони річки засмічені пластиком, який потрапляє туди, в тому числі, й через постійну появу на території Чернівецької та Івано-Франківської областей необлаштованих місць для сміттєзвалищ.



## ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ

Річка Прут – одна з найбільших водних артерій у Західній Україні, яка протікає на території Івано-Франківської та Чернівецької областей та є лівою притокою Дунаю. Прут є однією із наймальовничіших річок у цьому регіоні, яка відіграє надзвичайно важливу роль у рекреаційному, господарському та естетичному значеннях.

Дослідження річки Прут науковцями здійснювалося у три етапи: кінець XIX – початок XX ст. (перші дослідження долини та витоків річки); 60-ті – кінець 80-х років XX ст. (заснування Дністровського басейнового управління водних ресурсів, відкриття Чорногорського географічного стаціонару, встановлення метеорологічних та екологічних спостережень на гідрологічних постах); 90-ті роки XX ст. – і до сьогодні (активне дослідження гідрологічного режиму, причин паводків, та геоекологічного стану басейну річки Прут).

Основними причинами забруднення басейну річки Прут є наступні: відсутність водоохоронних зон; відсутність або технічна застарілість водоочисних споруд; нерегульоване розміщення побутових відходів, особливо у сільській місцевості; використання пестицидів та хімікатів у сільському господарстві задля збільшення об'ємів врожаю; значна кількість нелегальних сміттєзвалищ; скорочення мереж спостереження за водними об'єктами, недостатнє фінансування проведення моніторингу якості води, застарілість вимірювальних приладів.

## РОЗДІЛ 2

### ОБ'ЄКТ, УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Загальна характеристика річки Прут

Прут – це одна із найбільших річок на Західній Україні та одна з основних приток річки Дунай. Окрім України, Прут протікає також у Республіці Молдова та в Румунії. У межах України розташовано 33% від загальної площі басейну річки, у Молдові – 28%. Довжина річки – 967 км (із них в Україні – 272 км), ширина – 15 – 40 м, площа водозбірного басейну – 27540 км<sup>2</sup>. У межах нашої держави басейн Пруту (площа – 9168,25 км<sup>2</sup>) розташований на території Івано-Франківської (4878,87 км<sup>2</sup>) та Чернівецької (4289,38 км<sup>2</sup>) областей [9, с. 202]. Долина Прута широка, заповнена камінням і піском. Коефіцієнт звивистості річки складає 2.10, швидкість течії досягає 2 – 3 м/с. Важливою особливістю Прута, як і всіх гірських річок, є часті весняні повені, літні дощові паводки та підвищений зимовий стік (внаслідок відлиг та дощів), що є реальною загрозою не лише для господарської сфери, а й для життя людей, що мешкають поруч із басейном річки [2, с. 109].

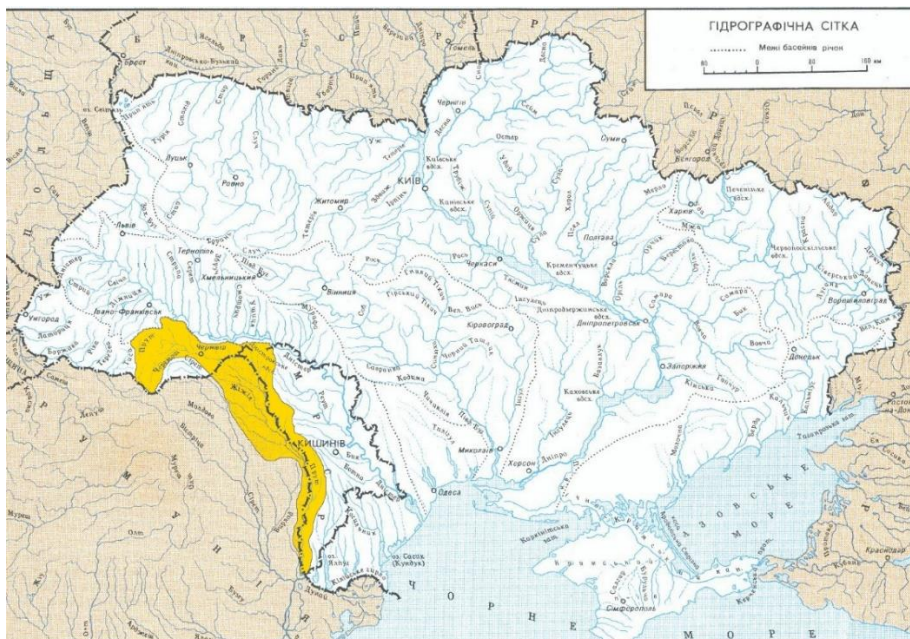


Рис. 2.1. Басейн річки Прут [6]

Витоки Прута розташовані на північних схилах Чорногорського хребта, біля підніжжя гори Говерла на відстані приблизно 15 км на південний схід від села Ворохта на висоті 1750 м над рівнем моря. Впадає річка Прут у Дунай поблизу села Джурджулешти (Республіка Молдова). Спочатку Прут тече на північний схід, а в районі села Делятин круто повертає на південний схід [6, с. 5]. У Карпатах річка має багато приток, більшість із яких порівняно невеликі та маловодні. Із великих приток Пруту можна назвати річки Лючка (довжина – 42 км), Кам'янка (довжина – 93 км), Товмачик (довжина – 33 км), Рибниця (довжина – 56 км), Черемош (довжина – 80 км) [3], що відіграють величезне значення у живленні річки.

Долина річки обмежена крутими схилами (загальне падіння 1577 м, середній похил 1.63%), на яких доволі часто ростуть густі ялиново-смерекові ліси. Майже на всій ділянці у горах річка має пороги та багато водоспадів, одним із найвідоміших серед яких є Пробій, що знаходиться у місті Яремче [3] (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Водоспад Пробій на річці Прут [10]

На межі Івано-Франківської та Чернівецької областей у Прут впадає річка Черемош, тож нижче місця її впадання водність Пруту зростає, а річка набуває рівнинного характеру і тече далі по Передкарпатській рівнині. Біля села Мамалига річка полишає територію України і далі тече між Румунією та Республікою Молдова.

## 2.2. Геологічна будова та рельєф

На території України річка Прут має переважно гірський характер, а середній похил водної поверхні складає 1,7–1,9 м/км. Басейн річки має грушоподібну форму із середньою шириною 140 м. Відповідно до характеру поверхні басейн річки Прут поділяють на три частини: гірську, передкарпатську та рівнинну. Гірська частина – це середньовисотні хребти Українських Карпат, що простягаються майже паралельно один до одного з північного заходу та південний схід. Характерним для цієї зони є те, що річки мають дуже значне падіння [4].

Передгірська частина басейну займає територію між Карпатами та самою річкою Прут. Ця ділянка характеризується складним рельєфом, чому сприяють піщано-глинисті відклади, які легко розмиваються та утворюють постійні зсуви в умовах вологого клімату. Абсолютні висоти поверхні тут досягають 350 – 550 м.

Рівнинна частина басейну лежить між річкою Дністер та Прутом, та живиться, у більшій мірі, лівими притоками Пруту, котрі утворюють хвилясто-долинно-балковий рельєф. Варто також наголосити на тому, що на заході від міста Снятин на вододілі Дністра знаходиться Готсько-Хотимирська височина, а на півночі від Чернівців – Хотинська височина з абсолютною висотою 500 м [6, с. 6].

У свою чергу, в геологічному відношенні басейн річки Прут поділяється на три великі геоструктурні райони:

- складчасто-гірська споруда Карпат;
- передкарпатський крайовий прогин;
- територія Східноєвропейської платформи.

Складчасто-гірська споруда Карпат відповідно до особливостей геологічної будови теж ділиться на три зони:

- внутрішня антиклінальна – охоплює головний вододільний хребет, що входить до складу Черногоро-Мармарошинських Карпат. Ця зона складена в основному кристалічними та флішовими породами, що стійкі проти руйнувань. У центральній частині зони залягають кристалічні сланці, кварцити, роговики та гнейси;

- центральна синклінальна – простягається вузькою смугою у напрямі Ворохта – Верховина – Путила. Дана зона представлена такими породами як алевроліти, сланці, вапняки, пісковики, що мають слабку стійкість, наслідком чого є постійні зсуви ґрунту;

- зовнішня антиклінальна – охоплює смугу північно-східної частини Карпат та представлена цілим рядом перекинутих насунутих антиклінальних складок (скибів). Ця зона представлена чергуванням тонко- та середньозернистих пісковиків, аргілітів та алевролітів, подекуди – мергелів та вапняків [4].

Передкарпатський крайовий прогин заходиться між зовнішньою антиклінальною зоною складчасто-гірської споруди Карпат та Східноєвропейською платформою та простягається з північного заходу на південний схід. Цей геоструктурний район представлений, в основному, конгломератами, сланцями, пісковиками та мергелями неогену. Неогенові відклади, у свою чергу, перекриті шаром четвертинних відкладів, що представлені делювіальними та алювіальними лесовидними суглинками і лесами.

Зона Східноєвропейської платформи розташована на північний схід від Передкарпатського прогину та вкрита осадовими породами неогенового віку. Вони представлені пісковиками, вапняками, глинами та мергелями. На вододілі між містами Городенка та Хотин широко розповсюджені гіпси, а на поверхні часто можна зустріти карстові воронки [6, с. 6].

### **2.3. Характеристика ґрунтів водозабірної території**

За параметрами рельєфу басейн річки Прут поділяється на три зони – гірську, передгірну та рівнинну. Вказаним зонам відповідають певні типи ґрунтів:

- дерново-підзолисті;
- сірі опідзолені;
- лучні та болотні;
- гірські [4].

Ґрунтовий покрив у гірській частині басейну річки Прут представлений бурими гірсько-лісовими ґрунтами, що мають доволі низьку глибину залягання – від 30 до 40 см. Нижче розташовані шари гравію та каміння. Самі ж русла річок, в основному, складаються із піску та гравію (або лише гравію), а також скелястих поверхонь. Передгірська частина басейну ріки представлена опідзоленими ґрунтами на прилеглих до річок луках. Рівнинна частина, у свою чергу, характеризується темно-сірими та чорними підзолистими ґрунтами [3].

Варто наголосити на тому, що характерною ознакою для ґрунтів басейну річки Прут є велика кислотність. Для карпатських ґрунтів відмінною рисою є також наявність значної кількості алюмінію, малої кількості сполук фосфору, калію та недостатня нітрифікація, тож родючість гірських ґрунтів є дуже невисокою. Також потрібно зазначити, що водопроникність підстиляючого шару ґрунтів у басейні річки є, в основному, низькою, що значно впливає на

формування паводкового селевого стоку. Далі розглянемо біологічне різноманіття басейну річки Прут.

#### 2.4. Біологічне різноманіття басейну річки Прут

Біологічне розмаїття басейну річки Прут представлене багатим тваринним та рослинним світом. Так, видове різноманіття тваринного світу Івано-Франківщини та Чернівецької області представлене ссавцями, птахами, плазунами, земноводними та рибами. Так, наприклад, у верхній течії річки Прут зустрічаються такі види риб як струмкова форель (*Salmo trutta*), дунайський лосось (*Hucho hucho*), головень (*Squalius cephalus*), піскар (*Gobio*), бистрянка (*Alburnoides bipunctatus*) тощо. У середній течії водяться головень, піскар, вусань (*Barbus*), укляя (*Alburnus alburnus*), в'юн (*Misgurnus*) та ін. У свою чергу, в заплавах водоймах переважають такі види риб як щука (*Esox lucius*), лин (*Tinca tinca*), піскар, короп (*Cyprinus carpio*), карась (*Carassius*), окунь (*Perca fluviatilis*) та в'юн.

Тож задля збереження цих видів одним із пріоритетних напрямків заповідної справи у названих регіонах є створення нових та вдосконалення вже існуючих заповідних територій. Лише в Івано-Франківській області природно-заповідний фонд нараховує 474 територій та об'єктів загальною площею 218,8 га. Одним із них є Карпатський природний національний парк, площа якого складає 503 км<sup>2</sup>. Його територія охоплює верхів'я річок Пруту та Чорного Черемошу із горою Говерлою. Головне завдання парку – збереження ландшафтів, тваринного та рослинного світу, створення комфортних умов для відпочинку і туризму з метою ознайомлення з природними багатствами Карпат, а також культурними та історичними пам'ятками [8, с. 325].

На жаль, інтенсивна господарська діяльність наносить непоправиму шкоду біологічному різноманіттю басейну річки, спричиняючи зникнення

багатьох видів тварин, кількісне скорочення популяцій та зменшення територій їх поширення. Так, наприклад, випасання худоби у верхів'ї Прута призводить до знищення червонокнижних рослин, а рибальство (і, особливо, браконьєрство) спричиняє зникнення цілої родини лососевих, яка мешкає у потоках та струмках річки. Тож державною екологічною інспекцією у межах областей постійно здійснюється природоохоронний контроль за станом охорони водних ресурсів (особливо це стосується браконьєрського вилову форелі у період нересту).

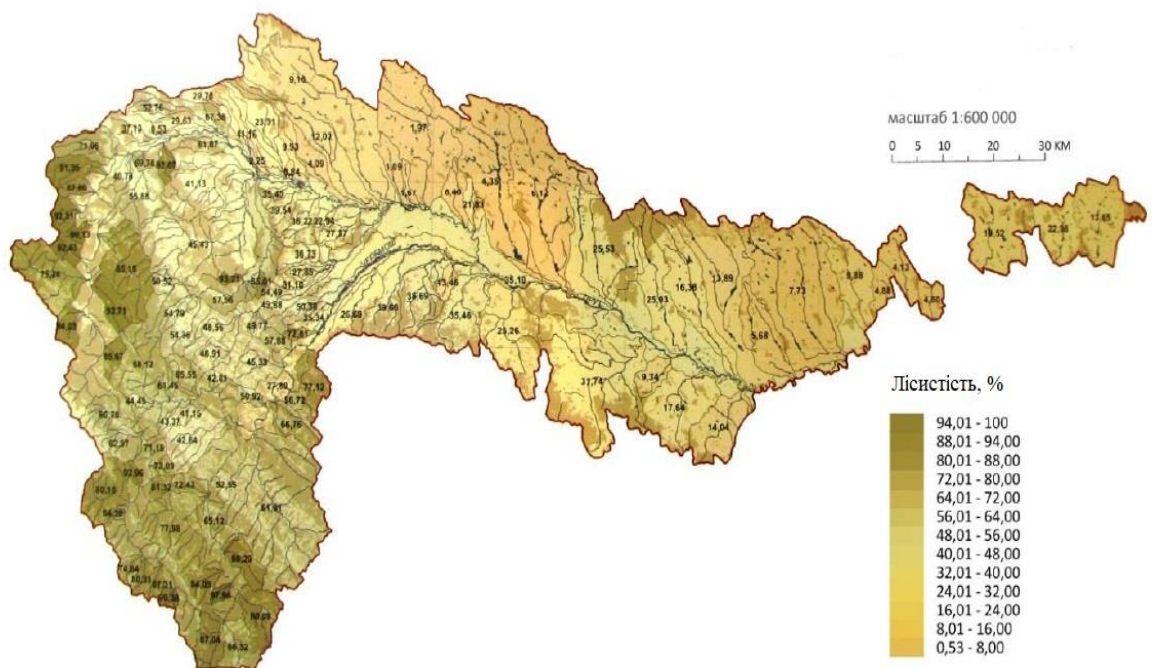


Рис. 2.3. Лісистість басейну річки Прут [6, с. 8]

Флора басейну річки у межах Івано-Франківської та Чернівецької областей теж є доволі різноманітною, адже лише на Івано-Франківщині нараховується понад 1500 видів рослин, що складає більше половини списку флори України. Для Передкарпаття є характерними дубові та грабові ліси, що змінюються буково-ялиновими. На вершинах гір доволі розповсюдженими є субальпійські луки, а також кущові зарослі із гірської сосни, зеленої вільхи і рододендрону. Взагалі, лісистість басейну річки Прут складає 35% (загальна проща лісового фонду – 258000 га). Основну частину даного фонду (61,9%) на



площі 159700 га становлять експлуатаційні ліси, що є джерелом отримання деревини для потреб економіки. Захисні ліси займають площу 98300 га (38,1%) і виконують еколого-захисні та санітарно-гігієнічні функції, та мають важливе водорегулююче, кліматорегулююче, водоохоронне та ґрунтозахисне значення (рис. 2.3) [6, с. 7]. Проте, варто зазначити, що поруч із захисними функціями ліси створюють надзвичайно гарні ландшафти, виконують функції зелених зон та є місцем відпочинку для населення [8, с. 326].

На рівнинній частині басейну Пруту серед трав'яних формацій основними є луки. Тут переважають лучні степи, що представлені типчаком борознистим, бородачем звичайним, перстачем пісковим (*Potentilla arenaria* Borzh.), чебрецем подільським (*Thymus serpyllum*), а місцями – угрупованнями самосилу панонського і гайового (*Teucrium chamaedrys*), мінуарції дністровської (*Minuartia*), астрагалу австрійського (*Astragalus austriacus*).

## 2.5. Методи проведення досліджень

Оцінка та класифікація якості річкової води проводиться на основі індивідуальних нормативів, що є показниками найбільш чутливого процесу забруднення водою. За хімічними показниками проводять разову, непрямую та комплексну оцінку забруднення поверхневих вод, найбільш частотними із яких є непрямі та разові оцінювання.

Для найбільш об'єктивного визначення аналізу якості води використовується саме комплексне оцінювання – визначення ступеня забруднення або якості води, що виражається через систему індексів або обмеженого набору її природних характеристик та порівнюється зі стандартами якості.

Комплексна оцінка якості води має відповідати наступним вимогам:

- легко визначатися та бути логічно сформульованою;

- бути універсальною, тобто підходити для оцінювання якості води на різних водоймах;
- використовувані індикатори мають забезпечити найбільш повну та надійну оцінку забруднення поверхневих вод;
- бути придатною для автоматизованої обробки та збереження інформації [7].

Сучасна комплексна оцінка забруднення поверхневих вод – це ціла система багаточисельних методів, що сформована внаслідок різних рівнів дослідження водних об’єктів. Для оцінки якості води використовуються такі показники як коефіцієнт забруднення води, складність забруднення води, модульний коефіцієнт видалення забруднюючих речовин, показники відносної тривалості, відносної кількості забруднення та чистого стоку. Найбільш інформативним показником є саме індекс забруднення води, який ми будемо розраховувати у наступному розділі магістерської роботи.

Індекс забруднення води (ІЗВ) – це загальна оцінка якості води, заснована на основних показниках та за типом водокористування. За допомогою даного методу можна надати найбільш розгорнуту оцінку якості води. Розрахунок ІЗВ здійснюється на основі обмеженої кількості компонентів. Визначається середнє арифметичне число від результатів хімічного аналізу наступних показників:  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{БСК}_5$ , де останнє – це біологічне споживання кисню [5].

ІЗВ розраховують за формулою:

$$\text{ІЗВ} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ГДК}_i} \quad (2.1)$$

де  $C_i$  – концентрація компонента;  $n$  – число показників, які використовуються для розрахунку;  $\text{ГДК}_i$  – норматив для відповідного типу водного об’єкту [1, с. 13] (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Гранично допустимі концентрації (ГДК) деяких гідрохімічних показників для визначення якості води [1, с. 10]**

| № п/п | Гідрохімічний показник                               | Тип ГДК  |   |
|-------|--|--|---|
|       |  | Для водойм рибогосподарського призначення (ГДКр/г) | Для водойм господарсько-питного використання (ГДКг/п) |
| 1     | Розчинений кисень                                    | >6.0   | >4.0  |
| 2     | Фосфат-іони, мгР/дм <sup>3</sup>                     | 0.01   | 3.5   |
| 3     | Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>                   | 0.5  | 2   |
| 4     | Азот нітратний, мг/дм <sup>3</sup>                   | 9.1  | 10  |
| 5     | БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | не нормується                                      | 3.0   |
| 6     | Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>                  | 0.1  | 0.5   |

Залежно від розрахованого ІЗВ, ділянки водного об'єкту поділяють на наступні класи (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Класи якості води в залежності від значення індексу забруднення води [5]**

| Якість води        | Значення ІЗВ | Класи якості води |
|--------------------|--------------|-------------------|
| Дуже чиста         | до 0.2       | I                 |
| Чиста              | 0.2 – 1.0    | II                |
| Помірно забруднена | 1.0 – 2.0    | III               |
| Забруднена         | 2.0 – 4.0    | IV                |
| Брудна             | 4.0 – 6.0    | V                 |
| Дуже брудна        | 6.0 – 10.0   | VI                |
| Надзвичайно брудна | >10.0        | VII               |

До першої категорії належать води, котрі найменше зазнають впливу техногенних навантажень. Їхній хімічний склад та значення водного біологічного індексу близькі до природних показників певної місцевості. Друга категорія має певні зміни порівняно із природними водами, але ці зміни не руйнують екологічної рівноваги.

Третя категорія – це води, що піддаються значному техногенному впливу, рівень забруднення яких близький до межі стійкості екосистеми. Води IV – VII

мають порушені екологічні показники, а їх становище оцінюється як екологічний регрес.

Для екологічної оцінки якості води р. Прут у верхній течії авторами було досліджено її гідрохімічний склад на ділянці від с. Дора (передмістя м. Яремче) вгору за течією до с. Татарів (рис. 2.4).

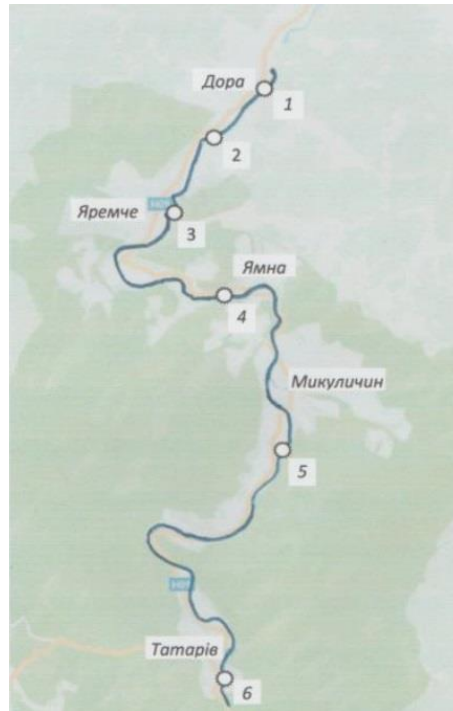


Рис. 2.4. Схема району досліджень та розташування пунктів спостережень [2]

На обраній ділянці закладено стаціонарну мережу спостережень, в яку входили 6 пунктів (контрольних створів; табл. 2.3).

Таблиця 2.3

### Розташування пунктів спостереження за якістю води в р. Прут

| № пункту (створу) | Розташування                                 | Примітка  |
|-------------------|--|---|
| 1                 | с. Дора (нижче передмістя м. Яремче)         | нижче автомобільного мосту  |
| 2                 | між с. Дора і центральною частиною м. Яремче | між двома частинами м. Яремче, фактично розділеними виступом гірського хребта |
| 3                 | центральна частина м. Яремче                 | поблизу скелі «Слон»  |
| 4                 | нижня околиця с. Ямна                        | поблизу котеджного містечка   |
| 5                 | верхня околиця с. Микуличин                  | неподалік залізничної станції   |
| 6                 | верхня околиця с. Татарів                    | у місці впадіння місцевого потічка  |

Проби води відбиралися у 2 сезонні серії: осінь (вересень) та зима (січень). Метою такого розподілу відбору проб вважалося дослідження впливу сезонного (температурного) фактору на зміну гідрохімічних характеристик річкової води.

У кожному з зазначених пунктів дослідження відбиралися проби річкової води відповідно до чинних нормативних документів (НД). Це характеристики води такі, як запах, температура, кислотність та відносна мінералізація (солемір) замірялися на ділянці відбору. Щоб кваліфікувати загальний комплекс фізико-хімічних показників, відібрані проби води консервували відповідно до встановлених НД правил і доставлялися в науково-дослідну лабораторію екологічної безпеки Львівського державного інституту безпеки життєдіяльності.

Дана лабораторія атестована на право виконання належних вимірів у системі «Держстандартметрологія» (св. ат. № РЛ 127/17 від 14.11.2017 р.). Лабораторне дослідження гідрохімічних показників відібраних проб води виконували відповідно за загальновизнаними НД і методами з використанням засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), перелік яких зазначений у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

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

| № групи показників | Назва показника                                    | Метод визначення  | Нормативний документ   |
|--------------------|--|-------------------|--|
| 1                  | Відбір проб, температура                           | фізичний          | ГОСТ 17.1.5.05-85  |
| 2                  | Колір, прозорість, запах                           | органолептичний   | Дмитриев М.Т. и др., 1989 (справочник)   |
| 3                  | Завислі речовини, сухий залишок                    | гравіметричний    | КНД 211.1.4.039-95<br>КНД 211.1.4.042-95   |
| 4                  | Водневий показник, мінералізація                   | потенціометричний | Згідно з інструкціями до відповідних приладів  |
| 5                  | Твердість загальна та карбонатна, вміст хлоридів   | титрометричний    | Дмитриев М.Т. и др., 1989 (справочник)   |
| 6                  | Вміст сульфатів                                    | гравіметричний    |  |
| 7                  | Вміст нітритів, нітратів, амонію, фосфатів, заліза | фотометричний     | КНД 211.1.4.023-95<br>КНД 211.1.4.027-95<br>КНД 211.1.4.030-95<br>КНД 211.1.4.043-95 |

|   |     |                |                    |
|---|-----|----------------|--------------------|
|   |     |                | КНД 211.1.4.034-95 |
| 8 | ХСК | титрометричний | КНД 211.1.4.021-95 |

### ВИСНОВКИ ДО 2 РОЗДІЛУ

Прут – це одна із найбільших річок на Західній Україні, що бере свій початок біля підніжжя гори Говерла, тече на північний схід, а потім, у районі села Делятин круто повертає на південний схід. Річка має багато приток, серед яких можна назвати Лючку, Кам'янку, Товмачик, Рибницю та Черемош. На гірській ділянці річки є доволі багато порогів та водоспадів, найвідомішим серед яких є Пробій (знаходиться поблизу міста Яремче).

Відповідно до характеру поверхні басейн річки Прут поділяють на три частини: гірську, передкарпатську та рівнинну. Гірська частина – це середньовисотні хребти Українських Карпат, що простягаються майже паралельно один до одного з північного заходу та південний схід. Передгірська частина басейну річки знаходиться між Карпатами та самими Прутом. У свою чергу, рівнинна частина лежить між річками Дністер та Прут. В геологічному ж відношенні басейн річки поділяється на три великі геоструктурні райони: складчасто-гірська споруда Карпат, передкарпатський крайовий прогин та територія Східноєвропейської платформи.

Гірській, передгірній та рівнинній зонам басейну річки Прут відповідають наступні види ґрунтів: дерново-підзолисті, сірі опідзолені, лучні та болотні, а також гірські. Видове розмаїття басейну річки Прут представлене савцями, плазунами, земноводними, рибами, планктоном, різними видами водоростей, а також вищою рослинністю (луки, ліси).

Задля визначення якості води у річці Прут нами було досліджено її гідрохімічний склад на ділянці від села Дора вгору за течією до села Татарів за допомогою стаціонарної мережі спостережень, до якої входило 6 основних пунктів. Далі, на основі отриманих показників ми визначити індекс забруднення води у басейні річки Прут.

## РОЗДІЛ 3

### ОЦІНКА СТАНУ БАСЕЙНУ РІЧКИ ПРУТ

#### 3.1. Визначення якості води річки Прут за гідрохімічними показниками

Абіотичні, біотичні та антропогенні джерела забруднення води річки Прут впливають на її гідрохімічні показники. Зміни екологічного стану водойми потребують постійного контролю. З цією метою використовують різні методи екологічної оцінки якості річкових вод. Зокрема, В. Гриб [9] запропонував теорію екологічної систематизації якості поверхневих вод. На основі цієї класифікації була створена методика комплексної оцінки стану річкових басейнів з водогосподарських позицій. М. Боярин [4] акцентував увагу на визначенні індексу якості води за сукупністю провідних показників, вагомих для конкретної галузі її застосування (побутово-питне, рибогосподарське тощо).

Детальний аналіз якості води здійснюють у зоні антропогенного впливу прибережних населених пунктів та сіл. Результати дослідження гідрохімічних показників р. Прут наведено в таблицях 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1

#### Результати дослідження гідрохімічних показників р. Прут (осінь)

| № з/п | Показник                                   | п.1  | п.2  | п.3 | п.4  | п.5  | п.6  |
|-------|--|------|------|-----|------|------|------|
| 1     | 2  | 3    | 4    | 5   | 6    | 7    | 8    |
| 1     | рН   | 6,91 | 6,82 | 6,8 | 7,05 | 7,12 | 7,21 |
| 2     | Твердість загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup> | 3,8  | 3,3  | 3,1 | 2,9  | 3,2  | 3,6  |
| 3     | Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>          | 303  | 283  | 283 | 269  | 282  | 306  |
| 4     | ХСК, мг О/дм <sup>3</sup>                  | 6,2  | 6,1  | 7,9 | 6,6  | 5,8  | 6,7  |
| 5     | Гідрокарбонати, мг/дм <sup>3</sup>         | 192  | 177  | 168 | 163  | 171  | 189  |
| 6     | Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>                | 6,8  | 6,9  | 7,9 | 7,6  | 8,8  | 7,6  |

|   |                              |      |      |      |      |      |      |
|---|------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 7 | Сульфати, мг/дм <sup>3</sup> | 26,2 | 23,6 | 29,6 | 24,5 | 26,7 | 28,3 |
| 8 | Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>  | 62,1 | 52,8 | 49,6 | 46,4 | 51,2 | 57,6 |

Продовження табл. 3.1

|    |                             |       |       |       |       |       |       |
|----|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 2                           | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| 9  | Амоній, мг/дм <sup>3</sup>  | 0,56  | 0,44  | 0,63  | 0,57  | 0,41  | 0,34  |
| 10 | Нітрити, мг/дм <sup>3</sup> | 0,018 | 0,015 | 0,021 | 0,014 | 0,016 | 0,011 |
| 11 | Нітрати, мг/дм <sup>3</sup> | 3,32  | 3,21  | 3,52  | 3,11  | 3,15  | 3,54  |
| 12 | Фосфати, мг/дм <sup>3</sup> | 0,08  | 0,11  | 0,15  | 0,10  | 0,08  | 0,09  |

**Примітка:** п.1 – с. Дора (нижче передмістя м. Яремче); п.2 – між с. Дора і центральною частиною м. Яремче; п.3 – центральна частина м. Яремче; п.4 – нижня околиця с. Ямна; п.5 – верхня околиця с. Микуличин; п.6 – верхня околиця с. Татарів

Таблиця 3.2

### Результати дослідження гідрохімічних показників р. Прут (зима)

| № з/п | Показник                                   | п.1   | п.2   | п.3   | п.4   | п.5   | п.6   |
|-------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | pH   | 6,82  | 6,78  | 6,71  | 6,88  | 7,06  | 7,08  |
| 2     | Твердість загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup> | 4,3   | 4,2   | 4,4   | 4,0   | 3,9   | 4,1   |
| 3     | Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>          | 352   | 351   | 373   | 346   | 332   | 347   |
| 4     | ХСК, мг О/дм <sup>3</sup>                  | 9,4   | 9,1   | 9,5   | 9,2   | 8,6   | 8,8   |
| 5     | Гідрокарбонати, мг/дм <sup>3</sup>         | 212   | 214   | 220   | 207   | 198   | 214   |
| 6     | Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>                | 14,5  | 12,6  | 15,8  | 13,6  | 11,2  | 11,7  |
| 7     | Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>               | 31,7  | 30,8  | 35,6  | 31,4  | 32,7  | 29,1  |
| 8     | Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>                | 71,2  | 67,2  | 70,4  | 64    | 62,4  | 65,6  |
| 9     | Амоній, мг/дм <sup>3</sup>                 | 0,66  | 0,68  | 0,78  | 0,71  | 0,65  | 0,74  |
| 10    | Нітрити, мг/дм <sup>3</sup>                | 0,032 | 0,031 | 0,043 | 0,039 | 0,037 | 0,026 |
| 11    | Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>                | 3,90  | 4,21  | 5,62  | 4,32  | 4,68  | 4,12  |
| 12    | Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>                | 0,21  | 0,20  | 0,38  | 0,33  | 0,21  | 0,24  |

**Примітка:** п.1 – с. Дора (нижче передмістя м. Яремче); п.2 – між с. Дора і центральною частиною м. Яремче; п.3 – центральна частина м. Яремче; п.4 – нижня околиця с. Ямна; п.5 – верхня околиця с. Микуличин; п.6 – верхня околиця с. Татарів

Як видно з табл. 3.1 та 3.2 вміст хлоридів змінювався восени від 6,8 мг/дм<sup>3</sup> до 8,8 мг/дм<sup>3</sup>, а взимку – від 11,2 мг/дм<sup>3</sup> до 15,8 мг/дм<sup>3</sup>. Однак перевищень ГДК (СІ = 300 мг/дм<sup>3</sup>) за весь період дослідження не виявлено.

Якість води на ділянці річки Прут, що включає Яремчанську туристичну дестинацію, у повільно та межень суттєво відрізнялася (табл. 3.3).

Як засвідчили отримані лабораторні результати, практично всі санітарно-хімічні властивості води р. Прут на дослідженій ділянці знаходяться в межах граничнодопустимих концентрацій. Втім, є деякі закономірності нарощування або скорочення числових значень окремих характеристик, зокрема в межах



часової та просторової динаміки [12].

Таблиця 3.3

**Результати дослідження гідрохімічних показників р. Прут (період весняної повені та осінньо-зимової межені)**

| № з/п | Показник                          | Сезон          | п.1   | п.2  | п.3  | п.4  | п.5  | п.6  | п.7  | п.8  | п.9  | п.10 |
|-------|-----------------------------------|----------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1     | рН                                | весняна повінь | 8,3   | 8,5  | 8,16 | 7,6  | 7,26 | 7,59 | 7,76 | 7,44 | 7,55 | 7,9  |
|       |                                   | межень         | 7,7   | 7,7  | 7,6  | 7,6  | 7,7  | 7,8  | 7,9  | 7,7  | 7,8  | 7,7  |
| 2     | Іон амонію, мг/дм <sup>3</sup>    | весняна повінь | 0,15  | 0,25 | 0    | 0,05 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0    |
|       |                                   | межень         | 0     | 0    | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,15 | 0,5  | 0,1  | 0,05 | 0    |
| 3     | Нітрит-іон, мг/дм <sup>3</sup>    | весняна повінь | 0,1   | 0,1  | 0,15 | 0,08 | 0,08 | 0,15 | 0,05 | 0,08 | 0,08 | 0    |
|       |                                   | межень         | <0,05 | 0    | 0,05 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 4     | Нітрат-іон, мг/дм <sup>3</sup>    | весняна повінь | 0,6   | 15,9 | 15,9 | 12,5 | 12,8 | 9,4  | 8,6  | 0,8  | 1,9  | 0,3  |
|       |                                   | межень         | 13,2  | 21,5 | 56,7 | 14,4 | 19,3 | 26,1 | 16,3 | 17,2 | 13,7 | 13,1 |
| 5     | Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>       | весняна повінь | 0     | 0    | 0,02 | 0,15 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,05 |
|       |                                   | межень         | 0     | 0    | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0    | 0,07 | 0,05 | 0    | 0    |
| 6     | Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup> | весняна повінь | 162   | 46   | 108  | 125  | 106  | 147  | 68   | 155  | 97   | 43   |
|       |                                   | межень         | 143   | 72   | 132  | 139  | 133  | 197  | 106  | 114  | 123  | 45   |

Примітка: п.1 – р. Прут, прис. Дора; п.2 – р. Жонка, м. Яремче; п.3 – р. Прут, біля сув. ринку; п.4 – р. Прут, в/в «Воротиці»; п.5 – р. Прут, с. Татарів; п.6 – р. Прутець Яблуницький, с. Татарів; п.7 – р. Прут, притока Піга; п.8 – р. Прут, смт.Ворохта, біля сан. «Гірське повітря»; п.9 – р. Прутець, с. Микуличин; п.10 – р. Прут, вище с/б «Заросляк».

Вміст  $\text{NH}_4^+$  змінюється від 0,05 мг/дм<sup>3</sup> в період весняної повені до 0,25 мг/дм<sup>3</sup> у період межені. Однак перевищень ГДК ( $\text{NH}_4^+ = 0,5$  мг/дм<sup>3</sup>) за весь період дослідження не виявлено. Загалом, вміст іонів амонію ( $\text{NH}_4^+$ ) в пробах відібраних в період повені дещо вищий в порівнянні з періодом межені, найбільший зафіксований показник амонію складає (0,25 мг/дм<sup>3</sup>) в створі р. Кам'яниця – урочище Магура, в інших пробах коливається від 0,15 до 0,25 (рис. 3.1).

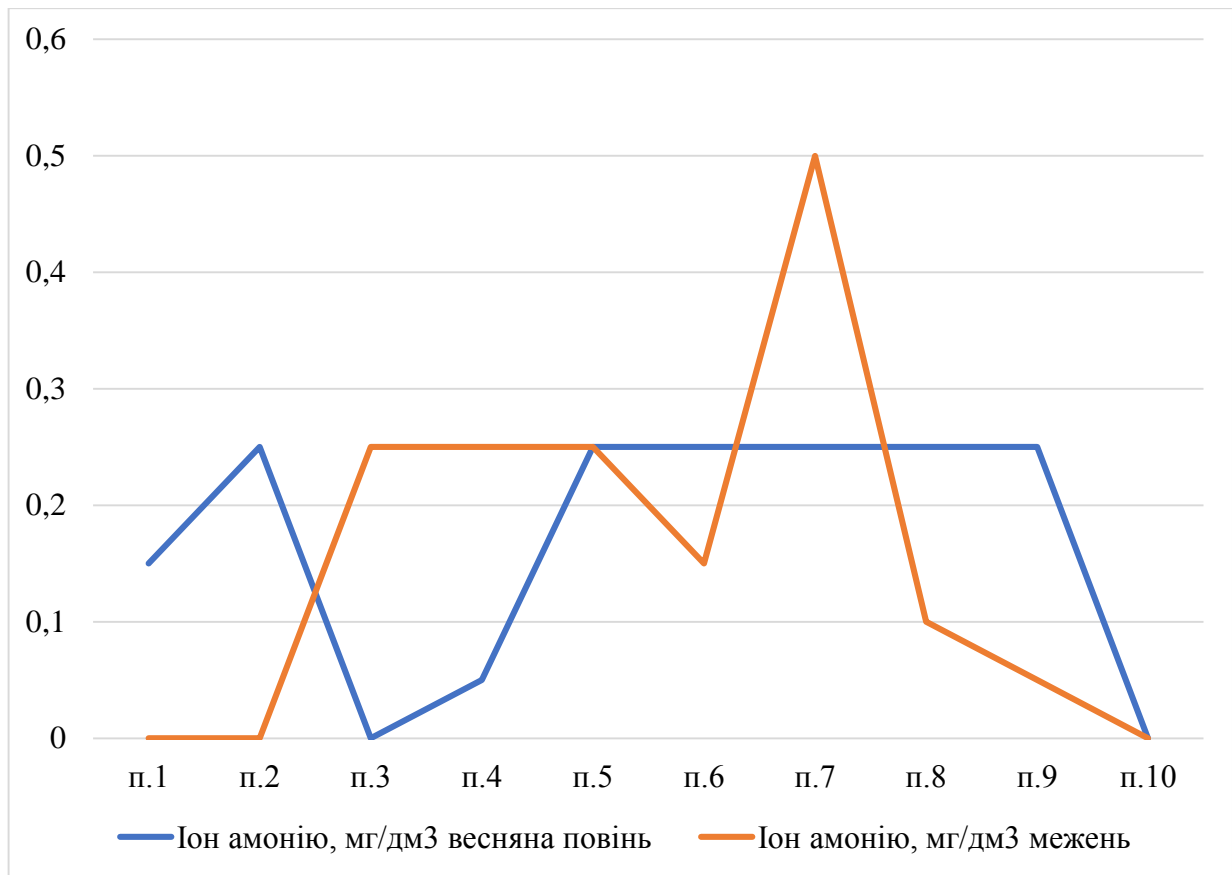


Рис. 3.1. Порівняльна характеристика концентрації іону амонію у поверхневих водах Яремчанської туристичної дестинації в періоди різної водності

Примітка: п.1 – р. Прут, прис. Дора; п.2 – р. Жонка, м. Яремче; п.3 – р. Прут, біля сув. ринку; п.4 – р. Прут, в/в «Воротиці»; п.5 – р. Прут, с. Татарів; п.6 – р. Прутецьб Яблуницький, с. Татарів; п.7 – р. Прут, притока Піга; п.8 – р. Прут, смт.Ворохта, біля сан. «Гірське повітря»; п.9 – р. Прутець, с. Микуличин; п.10 – р. Прут, вище с/б «Заросляк».

Вміст  $\text{NO}_3$  змінюється від  $0,03 \text{ мг/дм}^3$  в період весняної повені до  $56,7 \text{ мг/дм}^3$  у період межені.

Відстежується зростання припустимого вмісту нітратів у здобутих пробах в міжповеневий час. У цілому значення якісного складу води у меженний етап за показником нітратів у всіх пробах вище, ніж у час весняної повені (рис. 3.2). Найвища концентрація нітратів ( $56,7 \text{ мг/дм}^3$ ) в річці була визначена в осінній етап в пробі ПЗ (місце відбору проби - р. Жонка, м. Яремче) нижче за течією сконцентрованого скупчення зелених мастків і готелів. Перевищення ГДК ( $\text{NO}_3 = 40 \text{ мг/дм}^3$ ) складало 1,42 рази.

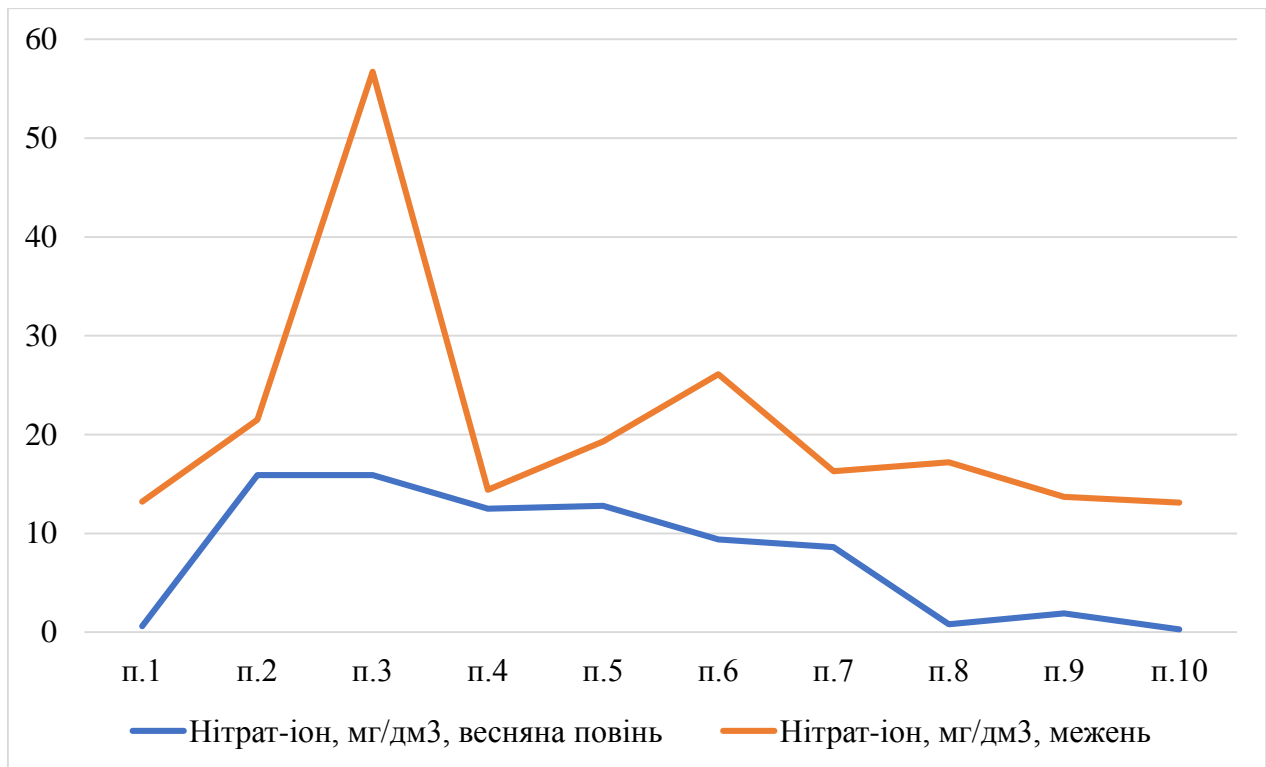


Рис. 3.2. Порівняльна характеристика концентрації нітратів у поверхневих водах Яремчанської туристичної дестинації в періоди різної водності

Примітка: п.1 – р. Прут, прис. Дора; п.2 – р. Жонка, м. Яремче; п.3 – р. Прут, біля сув. ринку; п.4 – р. Прут, в/в «Воротиці»; п.5 – р. Прут, с. Татарів; п.6 – р. Прутецьб Яблуницький, с. Татарів; п.7 – р. Прут, притока Піга; п.8 – р. Прут, смт.Ворохта, біля сан. «Гірське повітря»; п.9 – р. Прутець, с. Микуличин; п.10 – р. Прут, вище с/б «Заросляк».

Вміст  $\text{NO}_2$  змінюється від  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  в період весняної повені до  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  у період межені.

Відстежується зростання припустимого вмісту нітритів у здобутих пробах в міжповеневий час. У цілому значення якісного складу води у меженний етап за показником нітритів у всіх пробах нище, ніж у час весняної повені (рис. 3.3). Найвища концентрація нітритів ( $0,15 \text{ мг/дм}^3$ ) в річці була визначена в осінній етап в пробі П4 (місце відбору проби – р. Прут, в/в «Воротиці») нижче за течією сконцентрованого скупчення зелених маєтків і готелів. Значення ГДК ( $\text{NO}_2 = 0,08 \text{ мг/дм}^3$ ) для водойм рибогосподарського призначення.

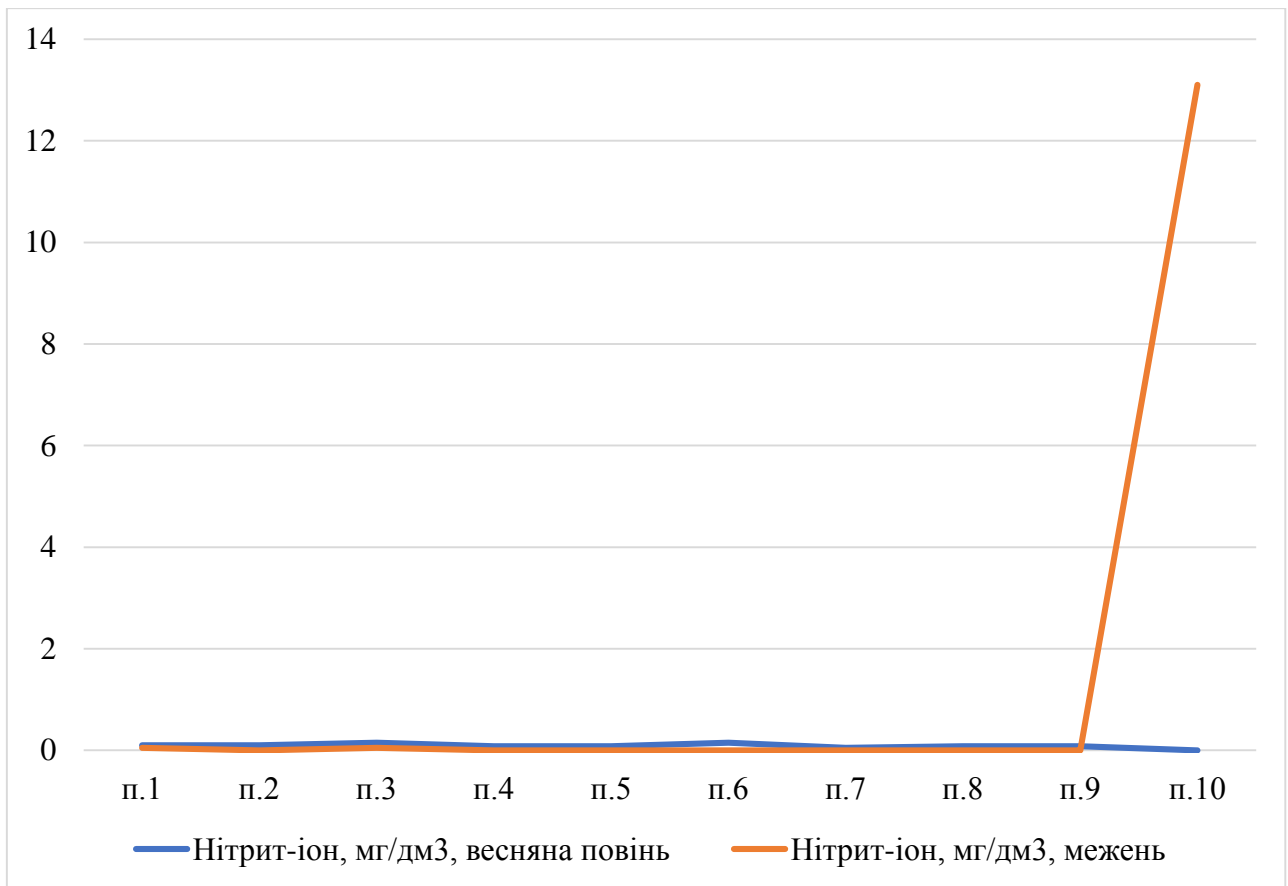


Рис. 3.3. Порівняльна характеристика концентрації нітритів у поверхневих водах Яремчанської туристичної дестинації в періоди різної водності

Примітка: п.1 – р. Прут, прис. Дора; п.2 – р. Жонка, м. Яремче; п.3 – р. Прут, біля сув. ринку; п.4 – р. Прут, в/в «Воротищі»; п.5 – р. Прут, с. Татарів; п.6 – р. Прутецьб Яблуницький, с. Татарів; п.7 – р. Прут, притока Піга; п.8 – р. Прут, смт.Ворохта, біля сан. «Гірське повітря»; п.9 – р. Прутець, с. Микуличин; п.10 – р. Прут, вище с/б «Заросляк».

Отож, як засвідчили отримані лабораторні результати, крім нітратного забруднення, всі інші проаналізовані властивості фізико-хімічного складу поверхневих вод на дослідженій ділянці русла знаходяться в дозволених межах. Обидва періоди вивчення відносяться до туристичного міжсезоння з мінімальною чисельністю гостей упродовж року. Отримані результати доводять, що при цих умовах самоочисна властивість поверхневих вод здатна долати прямі і дифузні забруднення як в час високої води, так і в час міжповеневий [18].

### 3.2. Зміни вмісту розчиненого кисню та біохімічного споживання кисню у воді річки Прут

Вміст кисню у воді визначає можливість підтримки індивідуального розвитку значної групи гідробіонтів. Для звичайного існування та розвитку риб треба його мінімальна кількість 5 мг/дм<sup>3</sup>, а зниження концентрації газу до 2 мг/дм<sup>3</sup> призводить до масової смерті [27]. Провідними джерелами надходження кисню у воду є повітря, де цей газ знаходиться в значній кількості, а також фотосинтетична робота фітопланктону. Збагачення води киснем ще також може відбуватися в результаті турбулентності потоків води, випадання зливи [19].

Кількісний вміст кисню в розчині є таким, що визначається його парціальним тиском у повітрі та описується законом Генрі. При парціальному тиску 1 атм. концентрація кисню буде визначатися величиною його розчинності, що тісно пов'язана з температурою води. Ця концентрація називається нормальною і відповідає 100% насичення [29]. На основі залежності нормальної концентрації кисню від температури води отримано рівняння:

$$\text{O}_2 \text{ (мг/дм}^3\text{)} = 0,0045 t^2(\text{°C}) - 0,3688 t (\text{°C}) + 14,557 \text{ (R}^2=1\text{)}.$$

Вивчення багаторічних даних досліджень Державної гідрометслужби (1989-2005) за вмістом розчиненого кисню дозволив отримати емпіричну лінійну кореляційну залежність вмісту цього газу від температури води.

Як свідчать результати досліджень, найбільший вміст кисню у воді (12-14 мг/дм<sup>3</sup>) досягається перед льодоставом, на тлі поступового зниження температури (рис.3.4). Останнє, з одного боку, призводить до нарощування розчинності, з другого – до уповільнення процесів окислення органічних препаратів. В даний час в водному середовищі не накопичується значна кількість іонів амонію, наявність яких вимагає значної частини кисню для їх нітрифікації. У час зимової межени внаслідок перевищення витратної частини балансу газу над дохідною вміст такого розчиненого кисню поступово зменшується.

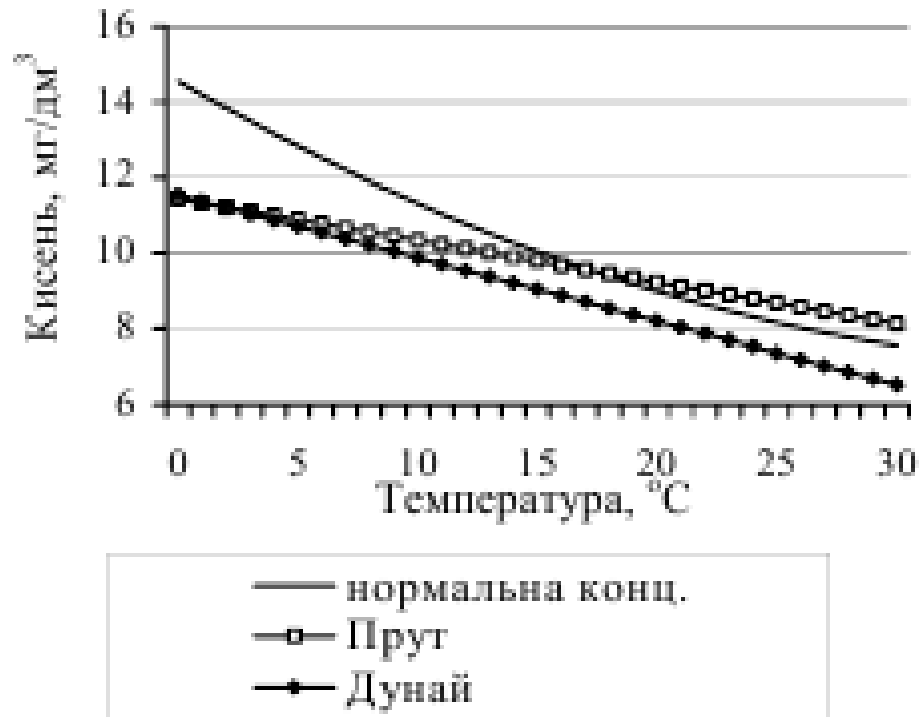


Рис. 3.4. Емпірична лінійна кореляційна залежність вмісту кисню від температури води ([25])

Біохімічне споживання кисню (БСК) – показник забруднення органічними речовинами, що показує яку кількість кисню потрібно мікроорганізмам для переробки усієї схильної до розкладання органічної речовини у неорганічні сполуки протягом декількох діб. Вміст розчиненого кисню – обернено пропорційний БСК (питна вода повинна містити в собі більше 4 мг розчиненого  $O_2$  на 1  $дм^3$ ) [25].

Очисні споруди є значними точковими джерелами широкого спектру забруднення, що включає органічне, біогенне (азотні та фосфорні сполуки) та різні хімічні забруднювачі. В той час, коли більшість промислових підприємств скидають свої стічні води без достатньої або взагалі без очистки до міської каналізації. Для оцінки навантаження неочищеними стічними водами, яке пов'язане з емісією у довкілля органічних сполук: біологічне споживання (БСК<sub>5</sub>), хімічним споживанням кисню (ХСК), азоту ( $N_{tot}$ ) та фосфору ( $P_{tot}$ ), була проведена інвентаризація очисних споруд в агломераціях (населених пунктах) з населенням від 5 000 до 10 000 в басейні р. Прут відповідно до «Керівництва

щодо Аналізу навантажень/впливів (Оцінка ризиків), пов'язаних з гідроморфологією та фізико-хімією в пілотних басейнах проекту EPIRB».

На рис. 3.5 представлені результати інвентаризації емісії БСК<sub>5</sub>, ХСК, N<sub>tot</sub> та P<sub>tot</sub> різних населених пунктів.

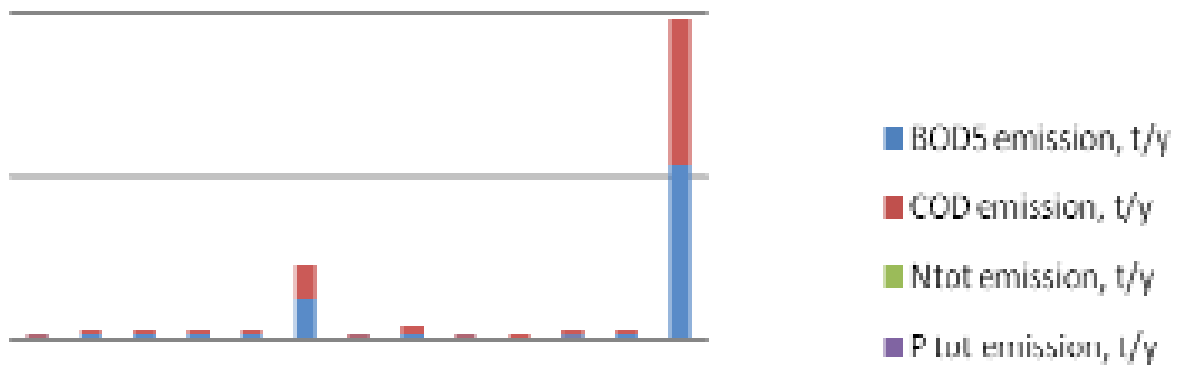


Рис. 3.5. Скиди БСК<sub>5</sub>, ХСК, N<sub>tot</sub> та P<sub>tot</sub> від неочищених стічних вод в басейні р. Прут

Узагальнене навантаження від цих забруднювачів в українській частині річкового басейну Прута показано у діаграмі (рис. 3.6).

Вміст скидів стічних вод за біохімічним споживанням кисню (БСК<sub>5</sub>), хімічним споживанням кисню (ХСК), азотом (N<sub>tot</sub>), та за фосфором (P<sub>tot</sub>) в басейні р. Прут.

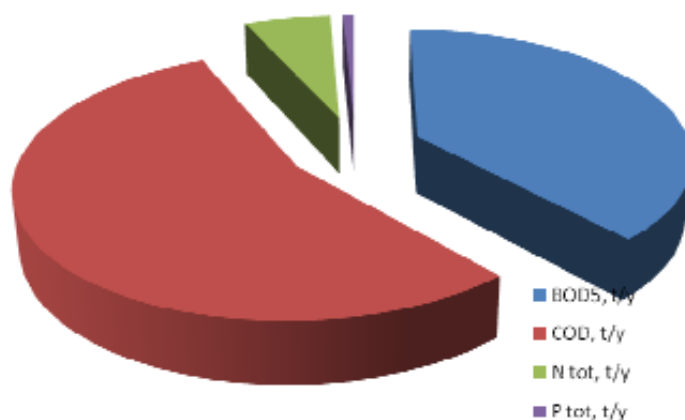


Рис. 3.6. Узагальнене навантаження забруднювачів в українській частині річкового басейну Прута

Якість вод за різними показниками на даній транскордонній ділянці досліджувалась у створі (697 км), с. Костичани [26].

Прикордонний пункт спостереження “Костичани” (697 км, р. Прут, с. Костичани, кордон з Румунією та Республікою Молдова, 200 м нижче впадання в р. Прут р. Черлена). У таблиці нижче надані значення показників, які визначались в пробах поверхневої води цього пункту впродовж дослідного року.

Таблиця 3.4

**Середньомісячні концентрації забруднюючих речовин у контрольному створі с. Костичани, р. Прут (мг/л)**

| Дата взяття проб | БСК <sub>5</sub> | ХСК  |
|------------------|------------------|------|
| 08.01.2020       | 1,10             | 10   |
| 05.02.2020       | 3,34             | 12,3 |
| 04.03.2020       | 1,68             | 10   |
| 01.04.2020       | 1,48             | 10   |
| 06.05.2020       | 2,16             | 10   |
| 03.06.2020       | 2,40             | 19,1 |
| 01.07.2020       | 2,16             | 10   |
| 05.08.2020       | 1,36             | 10   |
| 02.09.2020       | 1,28             | 10   |
| 07.10.2020       | 1,44             | 10   |
| 04.11.2020       | 1,28             | 10   |
| 02.12.2020       | 1,16             | 10   |

В ході нашого дослідження було аналізовано статистичні показники середньорічних концентрацій забруднюючих речовин у контрольних створах Івано-Франківської та Чернівецької областей за період 2018-2020 рр. узагальнені порівняльні дані наведено у таблиці 3.5.

Підсумовуючи попередні дослідження, варто сказати, що найбільший вміст кисню та його концентрація (12-14 мг/л) досягається в попередній льодоставу етап на тлі поступового зниження температури. Останнє, з одного боку, призводить до нарощування його розчинності, з другого – до уповільнення процесів окислення органічних препаратів. В даний час в водному середовищі не накопичується значну кількість іонів амонію, наявність яких вимагає значної частини кисню для їх нітрифікації [28].



Під час зимової межени внаслідок перевищення витратної частини балансу газу над дохідним вміст розчиненого  $O_2$  поступово зменшується.

Таблиця 3.5.

**Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у контрольних створах р. Прут у межах Івано-Франківської та Чернівецької областей за період 2018 – 2020 рр. (мг/л)**

| Місце спостереження за якістю води (контрольовані створи) | Показники складу та властивостей |      |      |      |      |      |                     |      |      |      |       |      |
|---|----------------------------------|------|------|------|------|------|---------------------|------|------|------|-------|------|
|   | Івано-Франківська область        |      |      |      |      |      | Чернівецька область |      |      |      |       |      |
|   | БСК <sub>5</sub>                 |      |      | ХСК  |      |      | БСК <sub>5</sub>    |      |      | ХСК  |       |      |
|   | 2018                             | 2019 | 2020 | 2018 | 2019 | 2020 | 2018                | 2019 | 2020 | 2018 | 2019  | 2020 |
| м. Яремче   | 2,9                              | 1,9  | 2,2  | 19,5 | 9,0  | 9,6  |                     |      |      |      |       |      |
| м. Коломия  | 2,3                              |      |      | 11,7 |      |      |                     |      |      |      |       |      |
| с. Ленківці   |                                  |      |      |      |      |      | 1,5                 |      |      | 10,0 |       |      |
| с. Магала   |                                  |      |      |      |      |      | 3,9                 |      |      | 12,8 |       |      |
| с. Тарасівці  |                                  |      |      |      |      |      | 2,96                | 3,28 | 1,78 | 10,1 | 14,92 | 2,65 |
| с. Костичани  |                                  |      |      |      |      |      | 2,15                | 1,61 | 1,74 | 12,3 | 10,0  | 2,67 |
| м. Ліпкани  |                                  |      |      |      |      |      | 2,2                 | 1,16 |      | 11,1 | 10,0  |      |
| смт. Неполоківці  |                                  |      |      |      |      |      | 2,6                 |      |      | 9,5  |       |      |
| м. Чернівці   |                                  |      |      |      |      |      |                     | 2,91 | 1,39 |      | 13,44 | 2,25 |
| с. Мамалига   |                                  |      |      |      |      |      |                     |      | 1,76 |      |       | 2,7  |

Примітки:

- За даними Дністровського басейнового управління водних ресурсів
- БСК<sub>5</sub> – біологічне споживання кисню за діб
- ХСК – хімічне споживання кисню

Води р. Прут досить збіднені киснем, оскільки емпіричні криві залежності  $O_2=f(t\text{ }^\circ\text{C})$  перебувають нижче частини нормальних концентрацій цього газу. У р. Прут перехід через 100% насичення киснем є при  $17\text{ }^\circ\text{C}$ , а більшу частину року вміст його у воді менше величини, що відповідає 100% насиченості.

### **3.3. Вміст завислих речовин, сульфатів, фосфатів та хлоридів у воді річки Прут**

Характерними для Прута, як і всіх гірських річок, є весняні повені, літні дощові паводки, підвищений зимовий стік (внаслідок відлиг і дощів). Льодостав спостерігається з січня до початку березня [35].

З метою визначення нормативної категорії використання різних ділянок р. Прут під впливом техногенного навантаження було здійснено аналіз динаміки змін гідрохімічних показників за період 1955 – 2005 рр. та зроблені необхідні розрахунки. Класифікацію якості води різних ділянок р. Прут визначали, використовуючи інтегральні та сумарні показники (табл. 3.6).

За досліджуваний період у створі вище м. Чернівці з 384 проб у 23 пробах виявлено перевищення ГДК (для водойм, які використовуються для рибогосподарських цілей) по сульфатах; з 388 проб – 2 перевищення по магнію; з 359 проб – 180 перевищень по ХПК; з 252 проб – 143 перевищення по нафтопродуктах; з 260 проб – 132 перевищення по фенолах; з 319 проб – 114 перевищень по БПК<sub>5</sub>; з 331 проби – 32 перевищення по СПАР; з 346 проб – 99 перевищень по азоту амонійному; з 401 проби – 30 перевищень по азоту нітритному; з 393 проб – 276 перевищень по залізу загальному; з 282 проб – 108 перевищень по міді; з 282 проб – 145 перевищень по цинку; з 313 проб – 242 перевищення по хрому шестивалентному; не виходили за межі ГДК значення показників кальцію, хлору, азоту нітратного. У створі нижче 1 – 3,5 км м. Чернівці з 252 проб в 31 пробі виявлено перевищення ГДК по сульфатах; з 253 проб – 2 перевищення по магнію; з 284 проб – 187 перевищень по ХПК; з 207 проб – 107 перевищень по нафтопродуктах; з 225 проб – 139 перевищень по фенолах; з 276 проб – 130 перевищень по БПК<sub>5</sub>; з 288 проб – 26 перевищення по СПАР; з 314 проб – 114 перевищень по азоту амонійному; з 308 проб – 14 перевищень по азоту нітритному; з 219 проб – 173 перевищення по залізу загальному; з 200 проб – 91 перевищення по міді; з 200 проб – 113 перевищень по цинку; з 275 проб – 231 перевищення по хрому шестивалентному; не виходили за межі ГДК значення показників кальцію, хлору, азоту нітратного. У створі нижче 7 – 13,5 км м. Чернівці з 312 проб в 28 пробах виявлено перевищення ГДК по сульфатах; з 312 проб – 1 перевищення по магнію; з 330 проб – 201 перевищення по ХПК; з 264 проб – 153 перевищення по нафтопродуктах; з 266 проб – 136 перевищень по фенолах; з 336 проб – 161 перевищення по БПК<sub>5</sub>; з 360 проб – 45 перевищень по СПАР; з 363 проб – 147

перевищень по азоту амонійному; з 358 проб – 18 перевищень по азоту нітритному; з 300 проб – 192 перевищення по залізу загальному; з 269 проб – 128 перевищень по міді; з 272 проб – 151 перевищення по цинку; з 340 проб – 283 перевищень по хрому шестивалентному; не виходили за межі ГДК значення показників кальцію, хлору, азоту нітратного. У створі с. Ленківці з 86 проб в 5 пробах виявлено перевищення ГДК по сульфатах; з 87 проб – 2 перевищення по магнію; з 84 проб – 51 перевищення по БПК5; з 86 проб – 16 перевищень по азоту амонійному; з 86 проб – 1 перевищення по азоту нітритному; з 74 проб – 74 перевищення по залізу загальному; не виходили за межі ГДК значення показників, хлору, азоту нітратного, ХПК. У створі с. Магала з 110 проб в 17 пробах виявлено перевищення ГДК по сульфатах; з 115 проб – 4 перевищення по магнію; з 102 проб – 91 перевищення по БПК5; з 109 проб – 43 перевищень по азоту амонійному; з 109 проб – 9 перевищень по азоту нітритному; з 96 проб – 89 перевищень по залізу загальному; не виходили за межі ГДК значення показників хлору, азоту нітратного, ХПК [8].

Таблиця 3.6

### Характеристика якості води р. Прут за сумарними показниками по періодах

| Період<br>досл.,<br>роки        | Одиниці<br>виміру | Показники |         |         |        |                   |                  |                    |       |       |       |
|---------------------------------|-------------------|-----------|---------|---------|--------|-------------------|------------------|--------------------|-------|-------|-------|
|                                 |                   | сульфати  | хлориди | кальцій | магній | нафто<br>продукти | феноли<br>летючі | залізо<br>загальне | мідь  | цинк  | хром  |
| 1                               | 2                 | 3         | 4       | 5       | 6      | 7                 | 8                | 9                  | 10    | 11    | 12    |
| м. Чернівці 1-3,5 км вище міста |                   |           |         |         |        |                   |                  |                    |       |       |       |
| 1955-<br>1965                   | мг/л              | 42,6      | 30,6    | 57,7    | 6,8    |                   |                  | 0,269              |       |       |       |
|                                 | частка ГДК        | 0,4       | 0,1     | 0,3     | 0,1    | 0,0               | 0,0              | 5,4                | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| 1966-<br>1975                   | мг/л              | 50,2      | 30,1    | 57,6    | 10,6   | 1,49              | 0,002            | 0,921              | 0,001 | 0,001 | 0,039 |
|                                 | частка ГДК        | 0,5       | 0,1     | 0,3     | 0,2    | 29,8              | 2,0              | 18,4               | 0,2   | 0,1   | 39,0  |
| 1976-<br>1985                   | мг/л              | 46,8      | 31,3    | 51,5    | 15,6   | 0,358             | 0,003            | 0,335              | 0,006 | 0,006 | 0,01  |
|                                 | частка ГДК        | 0,5       | 0,1     | 0,3     | 0,3    | 7,2               | 3,0              | 6,7                | 1,2   | 0,6   | 10,0  |
| 1986-<br>1995                   | мг/л              | 75,1      | 42,4    | 54,2    | 11,8   | 0,104             | 0,002            | 0,5                | 0,007 | 0,022 | 0,006 |
|                                 | частка ГДК        | 0,8       | 0,1     | 0,3     | 0,2    | 2,1               | 2,0              | 10,0               | 1,4   | 2,2   | 6,0   |
| 1996-<br>2005                   | мг/л              | 33,4      | 33,3    | 60,6    | 11,8   | 0,053             | 0,003            | 0,212              | 0,008 | 0,026 | 0,003 |
|                                 | частка ГДК        | 0,3       | 0,1     | 0,3     | 0,2    | 1,1               | 3,0              | 4,2                | 1,6   | 2,6   | 3,0   |
| м. Чернівці 1-3 км нижче міста  |                   |           |         |         |        |                   |                  |                    |       |       |       |
| 1971-<br>1985                   | мг/л              | 58,4      | 32,9    | 51,3    | 18,3   | 0,277             | 0,003            | 0,282              | 0,003 | 0,006 | 0,007 |
|                                 | частка ГДК        | 0,6       | 0,1     | 0,3     | 0,4    | 5,5               | 3,0              | 5,6                | 0,6   | 0,6   | 7,0   |

Продовження табл. 3.6

| 1   | 2          | 3    | 4    | 5    | 6    | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
|---|------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1986-1995                                       | мг/л       | 77,8 | 46,5 | 54,1 | 11,9 | 0,106 | 0,002 | 0,533 | 0,008 | 0,022 | 0,006 |
|   | частка ГДК | 0,8  | 0,2  | 0,3  | 0,2  | 2,1   | 2,0   | 10,7  | 1,6   | 2,2   | 6,0   |
| 1996-2005                                       | мг/л       | 39,6 | 36,6 | 62,1 | 12,7 | 0,062 | 0,004 | 0,448 | 0,013 | 0,045 | 0,005 |
|   | частка ГДК | 0,4  | 0,1  | 0,3  | 0,3  | 1,2   | 4,0   | 9,0   | 2,6   | 4,5   | 5,0   |
| м. Чернівці 11,5 км нижче міста                 |            |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |
| 1973-1985                                       | мг/л       | 51,4 | 30,9 | 56,5 | 12,8 | 0,378 | 0,002 | 0,197 | 0,004 | 0,005 | 0,015 |
|   | частка ГДК | 0,5  | 0,1  | 0,3  | 0,3  | 7,6   | 2,0   | 3,9   | 0,8   | 0,5   | 15,0  |
| м. Чернівці 7 км нижче міста                    |            |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |
| 1986-1995                                       | мг/л       | 87,2 | 48,5 | 55,0 | 10,9 | 0,168 | 0,002 | 0,533 | 0,009 | 0,024 | 0,006 |
|   | частка ГДК | 0,9  | 0,2  | 0,3  | 0,2  | 3,4   | 2,0   | 10,7  | 1,8   | 2,4   | 6,0   |
| 1996-2005                                       | мг/л       | 38,4 | 35,9 | 60,7 | 12,0 | 0,066 | 0,003 | 0,4   | 0,011 | 0,042 | 0,005 |
|   | частка ГДК | 0,4  | 0,1  | 0,3  | 0,2  | 1,3   | 3,0   | 8,0   | 2,2   | 4,2   | 5,0   |
| м. Чернівці 13,5 км нижче міста                 |            |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |
| 1973-1985                                       | мг/л       | 46,4 | 30,8 |      | 14,6 | 0,352 | 0,003 | 0,28  | 0,004 | 0,005 | 0,016 |
|   | частка ГДК | 0,5  | 0,1  | 0,0  | 0,3  | 7,0   | 3,0   | 5,6   | 0,8   | 0,5   | 16,0  |
| с. Ленківці                                     |            |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |
| 1971-1980                                       | мг/л       | 76,4 | 40,7 |      | 15,9 |       |       | 0,407 |       |       |       |
|   | частка ГДК | 0,8  | 0,1  | 0,0  | 0,3  | 0,0   | 0,0   | 8,1   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| 1981-1988                                       | мг/л       | 66,9 | 55,0 |      | 26,8 |       |       | 0,324 |       |       |       |
|   | частка ГДК | 0,7  | 0,2  | 0,0  | 0,5  | 0,0   | 0,0   | 6,5   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| м. Магала (нижче скиду стічних вод м. Чернівці) |            |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |
| 1971-1980                                       | мг/л       | 64,7 | 51,8 |      | 15,3 |       |       | 0,382 |       |       |       |
|   | частка ГДК | 0,6  | 0,2  | 0,0  | 0,3  | 0,0   | 0,0   | 7,6   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| 1981-1988                                       | мг/л       | 86,7 | 80,2 |      | 29,7 |       |       | 0,54  |       |       |       |
|   | частка ГДК | 0,9  | 0,3  | 0,0  | 0,6  | 0,0   | 0,0   | 10,8  | 0,0   | 0,0   | 0,0   |

Якщо проаналізувати якість води на різних ділянках р. Прут за період 1955 – 2005 рр., то можна констатувати:

відбуваються зміни якості води р. Прут на всіх досліджуваних ділянках під впливом природно-техногенних факторів;

відбуваються зміни як інтегральних показників (ІЗВ), так і середніх сумарних показників по відношенню до ГДК забруднюючих речовин;

перед м. Чернівці (1 – 3,5 км вище міста) коливання ІЗВ становить 0,29 – 13,45; перевищення ГДК за 16 показниками (26,9%) серед досліджуваних 33;

нижче м. Чернівці (1 – 3,0 км нижче міста) коливання ІЗВ становить 0,35 – 7,71; перевищення ГДК за 19 показниками (31,2%) серед досліджуваних 33;



|     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 0,8 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,2 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |

Аналізуючи таблицю 3.7, можна сказати, що під час паводків відбувається розбавлення води річкової, за рахунок чого зменшують максимальні показники забруднювачів; але мінімальні показники в такі періоди, як правило, збільшуються, що свідчить про погіршення якості води річки.

На основі вищенаведених даних, можна зробити висновок про процеси саморегулювання та самовідновлення водної екосистеми:

процеси саморегулювання природних режимів у водній екосистемі р. Прут не порушені;

процеси самоочищення відбуваються практично на всіх ділянках ріки;

в цілому якість поверхневої води р. Прут залишається стабільною, за винятком змін, викликаних впливом дії природних факторів та за умов скиду недостатньо або неочищених стічних вод [11].

### **3.4. Визначення класів якості за індексом забрудненості води (ІЗВ)**

Найбільш інформативним є індекс забруднення або якості води. Індекс якості води – це загальна оцінка якості води заснована на основних показниках та за типом водокористування. Якість води оцінюється повністю за загальними натуральними показниками. За допомогою індексу якості води, комбінованого індексу забруднення води тощо, можна дати більш розгорнуту оцінку якості води.

Якість поверхневих вод систематизується на основі певних стандартів, що призводить до необхідності формулювати різні класифікації забруднення або якості води. Класифікація якості води може бути заснована на значенні індексу, розрахованого відповідно до запропонованої системи. В принципі, класифікація якості води включає 5 – 6 рівнів, що дозволяє більш точно визначити і

класифікувати якість води, від чистої, дуже чистої до брудної або дуже брудної.

Сучасна комплексна оцінка забруднення поверхневих вод – це система багаточисельних методів оцінки забруднення поверхневих вод, сформована внаслідок різних рівнів дослідження водних об'єктів. Сучасні методи комплексної оцінки забруднення поверхневих вод відрізняються за використанням, принципами розробки, стандартами оцінки, кількістю та характером доступної інформації та методами формалізації даних [5].

На даний момент не існує загально визнаного комплексного методу оцінки забруднення поверхневих вод. Тому з багатьох таких методів слід вибрати метод, який найбільше відповідає встановленим цілям і завданням дослідження.

У своєму дослідженні ми обрали метод розрахунку індексу забруднення води. Цей метод оцінки якості води за комплексним індикатором (Індекс забруднення води) яка була рекомендована для експлуатації підрозділам Держкомгідромету. Це один із найпростіших способів комплексної оцінки якості води.

Розрахунок ІЗВ здійснюється на основі обмеженої кількості компонентів. Визначається середнє арифметичне результатів хімічного аналізу досліджуваних нами показників:  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{БСК}_5$ .

Отримане обчислене середнє арифметичне кожного індексу порівнюється з його максимально допустимою концентрацією. У разі розчиненого кисню значення ГДК ділиться на середнє значення вимірної концентрації кисню, а для інших показників – навпаки [12].

Індекс забрудненості води (ІЗВ) розраховується за формулою:

$$\text{ІЗВ} = C_i / \text{ГДК}_i$$

де  $C_i$  – середня концентрація одного з шести показників якості води;

$\text{ГДК}_i$  – гранично допустима концентрація кожного з шести показників якості води.

Для проведення розрахунків використовуються відповідні значення ГДК (мг/дм<sup>3</sup>). Значення ГДК для  $\text{БСК}_5$  (табл. 3.8) та для розчиненого кисню (табл.

3.9) визначаються в залежності від їх концентрації у воді [14].

Таблиця 3.8

### Нормативні значення для БСК<sub>5</sub>

| Споживання кисню (БСК <sub>5</sub> ), мг/дм <sup>3</sup> | Норматив, мг/дм <sup>3</sup> |
|--|------------------------------|
| 3  | 3                            |
| 3-15   | 2                            |
| 15   | 1                            |

Таблиця 3.9

### Нормативні значення розчиненого кисню

| Середній вміст розчиненого кисню (C <sub>i</sub> ), мг/дм <sup>3</sup> | Норматив (ГДК), мг/дм <sup>3</sup> |
|--|------------------------------------|
| >6   | 6                                  |
| 6 > C <sub>i</sub> > 5   | 12                                 |
| 5 > C <sub>i</sub> > 4   | 20                                 |
| 4 > C <sub>i</sub> > 3   | 30                                 |
| 3 > C <sub>i</sub> > 2   | 40                                 |
| 2 > C <sub>i</sub> > 1   | 50                                 |
| 1 > C <sub>i</sub> > 0   | 60                                 |

На основі розрахованого значення ІЗВ виконується оцінка якості води.

Розрізняють такі рівні якості води:

I – дуже чиста (ІЗВ < 0,3); II – чиста (0,3 < ІЗВ < 1); III – помірно забруднена (1 < ІЗВ < 2,5); IV – забруднена (2,5 < ІЗВ < 4); V – брудна (4 < ІЗВ < 6); VI – дуже брудна (6 < ІЗВ < 10); VII – надзвичайно брудна (ІЗВ > 10) [14].

До першої категорії належать води, які найменше зазнають впливу техногенних навантажень. Їх хімічний склад і значення водного біологічного індексу близькі до природних показників даної місцевості.

Друга категорія вод має певні зміни порівняно з природними водами, але ці зміни не руйнують екологічну рівновагу.

До третьої категорії належать води, що піддаються значним техногенним впливам, рівень яких близький до межі стійкості екосистеми.

Води IV – VII класів – це води з порушеними екологічними показниками, їх екологічне становище розцінюється як екологічний регрес [20].

Зокрема з усіх розрахункових значень ІЗВ р. Прут за період 2000 – 2019



рр. по створах спостереження , вода у 19 випадках характеризує II клас якості ( $0,3 < ІЗВ < 1$ ), Це свідчить про те, що вода чиста, в порівнянні з природою характерні певні зміни, але ці зміни не порушують екологічну рівновагу, 19 випадків III класу якості ( $1 < ІЗВ < 2,5$  ), води цього класу помірно забруднені та знаходяться під значним антропогенним впливом, стан якого близький до межі стійкості екосистем. 2 випадки характеризують IV клас, це означає що за період 2018-2019 рр. вода з порушеними екологічними параметрами, її екологічний стан оцінюється як екологічний регрес [41].

Вода р. Прут в пункті спостереження – с. Ленківці, ( вище м. Чернівці, питний в/з, 772,0 км) протягом досліджуваного періоду ( 2000 -2019 рр.) переважно до II класу якості (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

**Коефіцієнт забрудненості ІЗВ р. Прут - с. Ленківці вище м. Чернівці,  
питний в/з, 772,0 км**

| Роки  | К <sub>NH4</sub> | К <sub>NO2</sub> | К <sub>NO3</sub> | К <sub>O2</sub> | К <sub>БСК5</sub> | К <sub>PO4</sub> | К <sub>Fe</sub> | ІЗВ         | Клас.заб  |
|-------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------|-----------|
| 2000  | 1,6              | 0,12             | 0,15             | 1,38            | 1,5               |                  | 0,18            | 0,82        | II        |
| 2001  | 1,17             | 0,37             | 0,16             | 1,47            | 1,5               |                  | 0,08            | 0,79        | II        |
| 2002  | 1                | 0,25             | 0,17             | 1,6             | 0,7               | 0,62             | 0,14            | 0,64        | II        |
| 2003  | 0,72             | 0,25             | 0,15             | 1,9             | 0,8               | 0,54             | 0,1             | 0,63        | II        |
| 2004  | 0,55             | 0,41             | 0,13             | 1,79            | 0,8               | 0,36             | 0,12            | 0,62        | II        |
| 2005  | 0,5              | 0,37             | 0,13             | 1,82            | 0,93              | 0,28             | 0,08            | 0,63        | II        |
| 2006  | 0,85             | 0,11             | 0,15             | 1,8             | 1,55              | 0,26             | 0,12            | 0,69        | II        |
| 2007  | 0,59             | 0,04             | 4,73             | 0,32            | 2,1               | 0,05             | 0,09            | 1,13        | III       |
| 2008  | 0,21             | 0,07             | 4,61             | 0,37            | 1,63              | 0,01             | 0,03            | 0,99        | II        |
| 2009  | 0,0              | 0,28             | 3,63             | 0,38            | 2,0               | 0,02             | 0,0             | 0,90        | II        |
| 2010  | 0,65             | 0,07             | 4,12             | 0,43            | 2,18              | 0,04             | 0,03            | 1,07        | III       |
| 2011  | 0,13             | 0,25             | 2,51             | 1,59            | 1,08              | 0,04             | 0,0             | 0,8         | II        |
| 2012  | 0,36             | 0,03             | 2,1              | 0,37            | 1,97              | 0,15             | 0,05            | 0,71        | II        |
| 2013  | 0,3              | 0,21             | 1,38             | 0,36            | 1,99              | 0,06             | 0,01            | 0,61        | II        |
| 2014  | 0,17             | 0,06             | 2,25             | 0,35            | 1,54              | 0,02             | 0,11            | 0,64        | II        |
| 2015  | 0,04             | 0,04             | 2,69             | 0,37            | 2,03              | 0,03             | 0,01            | 0,74        | II        |
| 2016  | 0,01             | 0,06             | 2,8              | 0,4             | 1,61              | 0,03             | 0,4             | 0,7         | II        |
| 2017  | 0,15             | 0,04             | 4,03             | 0,38            | 2,1               | 0,08             | 0,04            | 0,97        | II        |
| 2018  | 0,09             | 0,03             | 2,92             | 0,4             | 1,51              | 0,06             | 0,05            | 0,72        | II        |
| 2019  | 0,07             | 0,28             | 4,57             | 0,35            | 4,89              | 0,1              | 0,11            | 1,48        | III       |
| С.зн. | <b>0,45</b>      | <b>0,17</b>      | <b>2,16</b>      | <b>0,89</b>     | <b>1,72</b>       | <b>0,13</b>      | <b>0,06</b>     | <b>0,86</b> | <b>II</b> |

Оглядовий пункт на р. Прут-с. Магала ІЗВ показав, що якість води річки Прут протягом досліджуваного періоду була переважно III ступеня (помірне

забруднення  $1 < \text{ІЗВ} < 2,5$ ), що вказує на те, що акваторія зазнала значного впливу людини, а її рівень був близький до межі екосистеми (табл. 3.11). У цій місцевості стан води гірший, ніж в інших районах, що спричинено штучним навантаженням на водний об'єкт чернівецькими стічними водами [24].

Таблиця 3.11

**Коефіцієнти забрудненості ІЗВ р. Прут – с. Магала нижче скиду зворотних вод м.Чернівці, 759,0 км**

| Роки         | $K_{NH_4}$  | $K_{NO_2}$  | $K_{NO_3}$  | $K_{O_2}$   | $K_{БСК_5}$ | $K_{PO_4}$  | $K_{Fe}$    | ІЗВ         | Клас.заб   |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 2000         | 4,47        | 0,37        | 0,27        | 1,13        | 5,85        |             | 0,32        | 2,06        | III        |
| 2001         | 5,5         | 0,25        | 0,11        | 1,08        | 5,55        |             | 0,22        | 2,11        | III        |
| 2002         | 7,6         | 1,5         | 0,35        | 1,24        | 4,4         | 1,12        | 0,36        | 2,36        | III        |
| 2003         | 2,02        | 0,37        | 0,2         | 1,32        | 3,95        | 0,84        | 0,24        | 1,27        | III        |
| 2004         | 2,1         | 0,75        | 0,25        | 1,44        | 3,55        | 0,72        | 0,22        | 1,29        | III        |
| 2005         | 1,3         | 0,25        | 0,23        | 1,48        | 3,75        | 0,5         | 0,22        | 1,1         | III        |
| 2006         | 2,02        | 0,87        | 0,2         | 1,68        | 2,8         | 0,36        | 0,18        | 1,15        | III        |
| 2007         | 0,76        | 0,08        | 4,83        | 0,38        | 2,88        | 0,12        | 0,08        | 1,3         | II         |
| 2008         | 0,24        | 0,06        | 4,77        | 0,37        | 2,27        | 0,07        | 0,05        | 1,1         | III        |
| 2009         | 0,42        | 0,06        | 6,4         | 0,35        | 2,49        | 0,1         | 0           | 1,4         | III        |
| 2010         | 1,25        | 0,29        | 4,94        | 0,38        | 2,53        | 0,08        | 0,01        | 1,35        | III        |
| 2011         | 0,6         | 0,13        | 3,53        | 0,43        | 2,74        | 0,12        | 0,01        | 1,08        | III        |
| 2012         | 1,12        | 0,37        | 1,99        | 0,41        | 2,33        | 0,16        | 0,02        | 0,91        | II         |
| 2013         | 0,84        | 0,19        | 2,59        | 0,4         | 2,69        | 0,1         | 0,05        | 0,98        | II         |
| 2014         | 0,49        | 0,27        | 3,4         | 0,38        | 2,26        | 0,14        | 0,11        | 1,04        | III        |
| 2015         | 0,12        | 0,17        | 4,22        | 0,4         | 2,74        | 0,24        | 0,01        | 1,12        | III        |
| 2016         | 0,16        | 0,18        | 3,74        | 0,41        | 2,42        | 0,2         | 0,04        | 1,02        | III        |
| 2017         | 0,28        | 0,11        | 6           | 0,38        | 2,95        | 0,2         | 0,09        | 1,43        | III        |
| 2018         | 0,15        | 11,35       | 6,95        | 0,38        | 2,96        | 2,37        | 0,07        | 3,46        | IV         |
| 2019         | 0,11        | 0,15        | 14,8        | 0,29        | 2,4         | 0,26        | 0,07        | 2,61        | IV         |
| <b>С.зн.</b> | <b>1,53</b> | <b>0,88</b> | <b>3,26</b> | <b>0,78</b> | <b>3,1</b>  | <b>0,39</b> | <b>0,12</b> | <b>1,47</b> | <b>III</b> |

Отже, за показниками ІЗВ за період 2000-2019рр. спостерігається, що на створі р. Прут – с. Ленківці, ( вище м. Чернівці, питний в/з, 772,0 км) краща якість води, де води характеризується II класом якості, ніж на створі р. Прут – с. Магала, (нижче скиду зворотних вод м. Чернівці, 759,0 км), де води відносяться переважно до III класу якості ( $1 < \text{ІЗВ} < 2,5$ ). Це зумовлено техногенним впливом міста на води в р. Прут [28].

Можемо спостерігати що, в с. Магала індекс забрудненості дещо вищий ніж в с. Ленківці. У 2018 р. Державною екологічною інспекцією у Чернівецькій області було здійснено на КП «Чернівецьводоканал» контрольний відбір проб

води на скиді зворотних вод з очисних споруд каналізації випуск №1 у р. Прут в с. Магала.

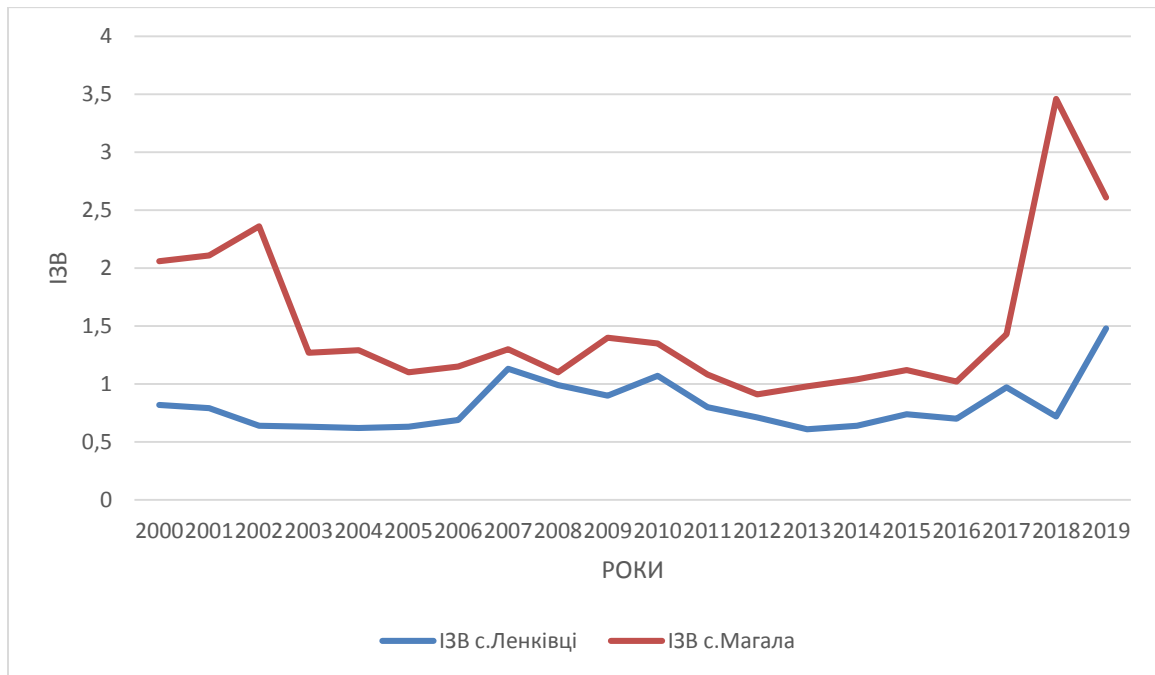


Рис. 3.7. Графік просторово-часової зміни величини ІЗВ на р. Прут між с. Ленківці та с. Магала

За результатами проведених вимірювань також було встановлено, що допущено скид зворотних вод з перевищенням затверджених нормативів гранично-допустимого скидання забруднюючих речовин у водний об'єкт, що є порушенням вимог Водного кодексу України. Порівнюючи показники в с. Ленківці, протягом 2000 – 2019 рр. можна побачити що індекс забрудненості зростає, а це означає що якість води стає гіршою [39].

### 3.5. Оцінка антропогенного навантаження на басейн річки Прут

Насамперед слід зазначити правові аспекти проведення аналізу антропогенного навантаження на води досліджуваної річки. Основним спрямовувачем є Водна Рамкова Директива, яка є основним документом в

області водної політики Європейського Союзу. Провідним завданням директиви вважається досягнення поверхневими водами «хорошого» екологічного стану [6].

У українському правовому тлі, здійснення цього завдання відбувається з урахуванням розпорядження КМУ №336 «Про затвердження Порядку розроблення плану управління річковим басейном».

Активна діяльність людини спричинила зміни на однорідних ділянках русел річок і заплави. Деякі ареали повністю трансформовані. Завдяки розвитку автотранспорту та дорожніх шляхів у ХІХ столітті мостове будівництво почало дуже швидко розвиватися. На карті 1889 показані звичайні і залізничні мости в багатьох населених пунктах вздовж річки. Через насипи, що побудовані поблизу мостових переходів, протікають швидкісні і звичайні дороги сусідніх ділянок, а з боків насипу ставлять довговічні кріплення або підпірні стіни. Матеріали руслових каналів широко застосовувалися у процесі будівництва гребель і різних видів закріплень разом із залізобетоном. Боротьба з повенями до часу вже тривала, але перший масштабний випадок трапився в другій половині ХІХ ст.

Сучасна система протиаводкового захисту стала розвиватися у 1960-х роках. Він охоплює майже всі передгір'я річок Карпатських гір України. Особлива ситуація стосується постраждалої зони руслових кар'єрів, що відкрилися майже одночасно з початком будівництва гребель. Якщо казати іншими словами, розвиток видобутку гравію почалося приблизно в другій половині ХІХ століття. Звичайно, в той час він був порівняно невеликий, проте ця група порівняно маленьких кар'єрів мала важливий вплив. Пізніше їхня робота була обмежена, але результати залишалися, більше того, спостерігалися у більших масштабах [19].

На шляху течії р. Прут, тим більше у Чернівцях, досить помітний вплив урбанізації. Провідними видами техногенного впливу на русло річки є: закріплення берегів річки, протиаводкові дамби, мости, прибережна служба охорони біля водозаборів, видобуток руслового алювію, регулювання,

будівництво водопропускної труби. Головні зміни у процесі її становлення та розвитку стартували наприкінці XVIII ст.

Експедиційні дослідження засвідчили, що навіть на порівняно рівних алювіальних рівнинах Передкарпаття не всі землі наражаються на небезпеку затоплення. У просторах, де рівень води коливається в порівняно невеликих числах, затоплюється тільки заплава. Нижня зона біля виходу з басейну та зона звуження дна рівнини більше небезпечна. Такі процеси, як стиснення, має змогу збільшити і активність діяльності людини. Безперечне затоплення спостерігалось в регіоні злиття двох струменів. Результати повені 2008 року відображають низку жахливих моментів, що поєднують природні та техногенні явища [38].

Всі види інформації, включаючи архіви, розвідку, картографію, дані дистанційного зондування можна застосувати для аналізу техногенного впливу на русло річки. Так як цикл відображення нашого об'єкта досить довгий, можна вважати, що інформація з карт вважається провідною. Переважна більшість із них занесені в основу даних ГІС і доповнені історико-архівною інформацією. Результати досліджень інших вчених, дані гідрологічних досліджень, експедиційних вимірювань і зйомок були використані для виявлення розрізів русла річки. Використання ГІС технологій значно розширило можливості аналізу інформації, тим більше при застосуванні складових ГІС моделювання. У цьому дослідженні концентрується саме гідрологічний аспект техногенного впливу.

У Чернівецькій області русло та заплава р. Прут зазнали потужного техногенного впливу з другої частини XIX ст. Спочатку це було пов'язано з будівництвом мостових споруд. Наприкінці століття по всій ділянці поруч з містом було проведено серйозні роботи з відновлення русла. Саме тому ми спостерігаємо повну модифікацію русла річки і заплави. При цьому змінилися межі водних шляхів і заплави і межі ОДРЗ. Є штучно розроблені ОДРЗ із багатогенною опорною базою [40].

На переході XIX – XX століть річка крізь випрямлення почала врзатися. Пізніше, в середині XX століття, вплив людини трохи послабшав. Стару систему регулювання русла річки майже повністю знищило повенею. Починаючи з 1970-х років, антропогенний тиск посилювався і стартувало будівництво дамб. Разом з цим збільшився процес інфільтрації річок. Тому на межі між XX та XXI століть повністю склалася система штучного походження і урбаністична ОДРЗ. Таким зразком регіональної системи з важливою антропогенною модифікацією вважається з'єднання річок Прут та Черемош. Ще в першій половині XX століття тут почалося інтенсивне освоєння річкового алювію. З 1960-х років діє найпотужніший Чернівецький гравійно-піщаний кар'єр. На той час його видобуток досягав 1 млн кубометрів і більше на рік. Упродовж десятків років виробничі майданчики займали різні частини русла річок і річкових заплав. Тут майже повністю змінився річковий паводковий ансамбль. Річка впадала на величезну площу понад 1 метр. Крім кар'єрів, останні десятиліття були побудовані довгі греблі. Переміни, пов'язані з алювіальним видобутком і дамбами, включають більше 50% довжини. Тому ми класифікуємо системи даних ОДРЗ в другу категорію за рівнем перебудови [36].

Землі, що опинилися у стані помірної антропогенної модифікації, характеризуються лише вибірковою, обмеженою протяжністю та площею, де вплив людини не дуже значний. У досліджуваних річках практично немає території, яка б повністю відповідала стандартним умовам. Втім деякі райони, недоступні і що знаходяться відносно далеко від великих населених пунктів, безпосередньо готові відповідати середнім показникам норм. На цих землях відсутні греблі, серйозна перебудова русла річки та заплавного ансамблю. Обриси обробленої землі майже повністю збігаються з горизонтальною межею русла річки та заплави. Обриси населених пунктів введені лише локально.

Річка Прут на досліджуваних ділянках «дуже погана», довжина ділянки змінилася більш ніж на 35%. З погляду ерозії/накопичення фізичні умови також досить погані. Слід відмітити, що водний режим і морфологія природної

заплави зазнали серйозні зміни, які майже частково перейшли і продовжують заходити в категорію надзаплавних терас, що призвело до інтенсивного розвитку людини. По класифікації К. М. Берковича молодий річковий пейзаж Прута належить до 4 категорії докризового стану. Його ключова індивідуальність – потужний та видимий переріз річки. За методиками, запропонованими О.В. Черновим, коли загальний об'єм врізання більше одного метра, положення русла теж належить до категорії «дуже погане». Підсумовуючи, виділення алювіальних шарів і подальша вирубка річок є дійсно актуальними основними показниками стану всієї природної системи. Вона була перетворена на природно змінену напівприродну і штучного походження категорію. Ці наведені факти вимагають від населення належного розуміння критичних обставин [3].

Формальна оцінка не вичерпує якості стану системи. Їх треба доповнити аналізом різних процесів взаємодії суспільства та природи. Даний аналіз дозволяє по-іншому зрозуміти і розцінити ситуацію, її передумови і результати. Тут важлива колективна пам'ять, яка конкретним чином зміцнюється, наприклад, у публікаціях, що протистоять перекрученій оцінці та інтерпретації характеру взаємодії суспільства та річок. Щоб дещо краще зрозуміти цей процес, ось кілька вагомих прецедентів. У 1970 – 1980-х роках через роботу руслового кар'єру на річках Передкарпаття були помічені розрізи, значення яких було настільки величезним, що призвело до руйнівних результатів. Значним випадком вважається руйнування моста через р. Стрий у м. Стрий, спричинене кар'єром у с. Ходовичі, що знаходиться за течією річки. Це викликало відгук у суспільстві та надихнуло на вивчення та негайне реагування. Наприкінці 1980-х партія та уряд не дозволили роботу руслових кар'єрів. Цей висновок було швидко реалізовано. Була дозволена вибіркова розробка кар'єру у заплаві.

У 1990-ті роки об'єктивна економічна ситуація не призвела до великого попиту на річкові алювіальні відкладення. Але потім його видобуток все ж таки почав збільшуватися: на початку підпільно, нелегально, а потім через різні види

дозволів. Ці факти показують, якщо держава зацікавлена і має ефективну систему управління – необхідні проблеми можна швидко вирішити [26].

За результатами даних гирла річки Прут і природного процесу формування алювіального середовища останніх десяти років, тим більше даних заплав, шляхом їх зіставлення можна об'єктивно оцінити обсяг води і швидкість її зміни. Від 1 надзаплавної тераси до заплави, і від заплави до русла ще її розрізи. Це відбувається через різні проміжки часу. Вік заплави 10 – 12000 років. Скальний шельф до 1 тераси складає близько 2 – 3 м, тому міцність розрізу в середньому складає 0,02 – 0,03 мм/рік. Механізм розрізу є в тому, що суцільний рух русла річки, водного струменя і алювіального середовища поступово складається при більш низькому рівні води. Слід визначити, що цей механізм не відіграє ролі шляхом руйнування і відновлення алювіального середовища, а поступово відіграє роль через поступове зміщення і деструкцію алювіальних товщ в контексті так званої інверсії, що досить важливо. Це нормальне активне становище алювіальної СПР.

Нинішній етап розрізів в ділянці вивчення річки Прут в середньому становить більше 2 м, тривалістю 55 – 60 років. Таким чином, швидкість може бути оцінена приблизно в 30 – 40 мм/рік. Це більше ніж на три порядки більше швидкості за природний показник. Тому це ще пряме свідчення штучності, а не натуральної закономірності цього процесу. Якщо довжина досліджуваної ділянки близько 50 км, ширина вхідної лінії русла становить сотні метрів, а розмір розрізу – десятки млн. кубометрів. Це означає, що середній обсяг видобутку алювіального шару становить близько 1 млн. кубометрів на рік [31].

Якщо видобуток повністю зупинити, алювіальне середовище почне відроджуватися. Але швидкість відновлення стане на кілька порядків повільніше. Вся досліджувана територія може повністю не відновитися, оскільки це залежить від балансу відкладень у різних областях. Час вибіркового оновлення складе сотні років. Тому оперативне питання в тому, щоб уникнути занепаду, а не високої якості молодого річкового ландшафту річки. Тільки в тривалій перспективі можна спланувати повну оптимізацію.



Небезпека жахливих повеней вважається важливим фактором формування відносин людського суспільства та річок Карпат. Проект боротьби з паводками вже давно складений, в якому дамба вважається необхідною частиною. В даний час основна маса дамб працюють в нормальному стані. Не в останню чергу це пов'язано із розрізом річки. Але такий позитив містить сумний стан. Крім того, для об'єктивної оцінки продуктивності боротьби з паводками і облицюванням необхідно добре вивчити всю їхню ситуацію, що вважається необхідним предметом індивідуального вивчення [37].

Фактори ризику повеней не тільки впливають на об'єктивне складання системи соціального захисту населення, а й впливають на неточне використання поняття руслового регулювання. Коли річка впадає, русло і потік води переходять на невисокий гіпсометричний ступінь, у ньому починає виявлятися об'єктивний закон функції СПР. Це закономірності формування та становлення конкретних форм, гідроморфологічні закони. Це включає становлення так званої форми внутрішнього русла.

Це ще може привести до конфліктів з інтересами людини: розмивання освоєних берегів, прибережних районів і будівель. У цьому випадку дійсно необхідні захисні та контрольні роботи. Але їх можна і треба здійснювати без відбору річкового алювію. Продовжуючи забирати алювіальний шар, людина тільки нагнітатиме проблему. Іншими словами, це «дорога в нікуди». Таким чином, справедлива ідея захисту небезпечних явищ і регулювання СПР дійсно застосовується неправильно і призводить до посилення негативних тенденцій погіршення стану. Розвивається критичний техногенний процес рельєфу. Його нагляд – це вже область водних екологічних завдань [23].

Відповідно до заходів Комплексної програми розвитку водного господарства та протипаводкового захисту в Чернівецькій області на період до 2021 року (затвердженої рішенням сесії Чернівецької обласної ради від 11.06.2014 р. №61-26/14) заплановано провести будівництво дамб (44,57 млн. грн.), кріплення берегів (26,48 млн. грн.), регулювання русел (1,26 млн. грн.), будівництво сухих протипаводкових ємностей (121 млн. грн.), будівництво

сухих протипаводкових водосховищ (139,5 млн. грн.). У Івано-Франківській області відповідно планується будівництво та відновлення дамб, та берегоукріплення у Верховинському районі – 123,7 км, регулювання і розчистка русел – 17,7 км; у Коломийському районі – відповідно 128,2 км та 70,9 км; у Снятинському районі – 52,6 км та 32,2 км; у Косівському – 83,3 км берегоукріплення та на території Яремчанської міської ради 14,7 км берегоукріплення.

## ВИСНОВОК ДО 3 РОЗДІЛУ

Як засвідчили отримані лабораторні результати, практично всі санітарно-хімічні властивості води р. Прут на дослідженій ділянці знаходяться в дозволених межах. Втім, є деякі закономірності нарощування або скорочення числових значень окремих характеристик, зокрема в межах часової та просторової динаміки.

Як засвідчили отримані лабораторні результати, крім нітратного забруднення, всі інші проаналізовані властивості фізико-хімічного складу поверхневих вод на дослідженій ділянці русла знаходяться в дозволених межах. Отримані результати доводять, що при цих умовах самоочисна властивість поверхневих вод здатна долати прямі і дифузні забруднення як в час високої води, так і в час між повеней.

Найбільший вміст кисню та його концентрація (12 – 14 мг/л) досягається в попередній льодоставу етап на тлі поступового зниження температури. Останнє, з одного боку, призводить до нарощування його розчинності, з другого – до уповільнення процесів окислення органічних препаратів. В даний час в водному середовищі не накопичується значну кількість іонів амонію, наявність яких вимагає значної частини кисню для їх нітрифікації.

На основі вищенаведених даних, можна зробити висновок про процеси саморегулювання та самовідновлення водної екосистеми: процеси саморегулювання природних режимів у водній екосистемі р. Прут не порушені; процеси самоочищення відбуваються практично на всіх ділянках ріки; в цілому якість поверхневої води річки Прут залишається стабільною, за винятком змін, викликаних впливом дії природних факторів та за умов скиду недостатньо або неочищених стічних вод.

Найбільш інформативним є індекс забруднення або якості води. Індекс якості води – це загальна оцінка якості води заснована на основних показниках та за типом водокористування. Якість води оцінюється повністю за загальними натуральними показниками. За допомогою індексу якості води, комбінованого

індексу забруднення води тощо, можна дати більш розгорнуту оцінку якості води.

За показниками ІЗВ за період 2000 – 2019рр. спостерігається, що на створі р. Прут – с. Ленківці, (вище м. Чернівці, питний в/з, 772,0 км) краща якість води, де води характеризується II класом якості, ніж на створі р. Прут – с. Магала, (нижче скиду зворотних вод м. Чернівці, 759,0 км), де води відносяться переважно до III класу якості ( $1 < \text{ІЗВ} < 2,5$ ). Це зумовлено техногенним впливом міста на води в р. Прут.

## РОЗДІЛ 4

### ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ РІЧОК НА УРОКАХ ГЕОГРАФІЇ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

#### **4.1. Зміст курсу географії в закладах середньої освіти, що передбачає вивчення річок**

Проаналізувавши Навчальну програму для закладів загальної середньої освіти із предмету «Географія» для 6 – 9 класів (2022 рік), можемо зробити висновок, що річки (у тому числі, й їх екологічний стан), можна вивчати у межах наступних тем.

У 6 класі питання щодо річок можна зачіпити у розділі «Планета людей», (тема «Вплив людини на природу»), що передбачає наступні результати навчально-пізнавальної діяльності учнів:

- щодо діяльнісного компоненту – учень повинен характеризувати основні види господарської діяльності людини та її наслідки як на території усїєї земної кулі, так і в межах України чи свого населеного пункту (у тому числі, й зачіпаючи тему забрудненості басейнів річок);
- щодо ціннісного компоненту – уміння оцінювати вплив людини на природу, та рівень забруднення навколишнього середовища (та річок включно) в результаті різних видів людської діяльності, а також пропонувати заходи щодо усунення негативних наслідків цієї діяльності.

У 7 класі, вивчаючи материки світу, можна також включити сюди вивчення найбільших річок, що протікають на цих материках, а також їхній екологічний стан внаслідок антропогенного впливу (Розділ «Вплив людини на природу материків та океанів», тема «Екологічні проблеми материків та океанів»).

Проте найбільш повно річки вивчаються у 8 класі в межах розділу «Природні умови та ресурси України». Так, тема «Води суходолу і водні ресурси» передбачає вивчення наступних підтем:

- склад вод суходолу, поверхневі води;
- річки, будова річкової долини, основні річкові басейни та системи;
- вплив рельєфу на річки;
- характер річкової течії, падіння та похил річки;
- вплив клімату на формування річкової системи;
- живлення та режим річок, густота річкової мережі;
- річковий стік, витрати води;
- водні ресурси України, шляхи їх раціонального використання та охорони.

Вивчення вищезазначених тем має супроводжуватися набуттям наступних знань та умінь:

- щодо знаннєвого компоненту – учні мають без проблем формулювати визначення таких понять як «річка», «водний режим», «річковий стік», «витрата води», «водні ресурси», «твердий стік», «падіння річки», «похил річки», а також пояснювати особливості живлення та водного режиму річок;
- щодо діяльнісного компоненту – школярі повинні вміти знаходити та показувати на картах річкові системи України, визначати падіння та похил річок, характеризувати водні об'єкти України та шляхи їх раціонального використання, порівнювати гідрографічні особливості водних об'єктів, а також аналізувати можливості використання водних ресурсів;
- щодо ціннісного компоненту – кожен має усвідомити необхідність охорони водних ресурсів не лише України, а й цілого світу.

Також поговорити про екологічний стан річок в Україні на уроках географії у 8 класі можна в межах:

- теми «Природокористування», де вивчаються основні види забруднень довкілля у нашій державі, природно-заповідні фонди, а також основні заходи щодо раціонального використання природних ресурсів;

- розділу «Природа та населення свого адміністративного регіону» та теми «Природа регіону», де можна охарактеризувати основні водні артерії тієї чи іншої місцевості, а також екологічні наслідки їх природокористування.

У 9 ж класі рекреаційні ресурси басейнів річок України можна вивчати у межах розділу «Третинний сектор господарства» та теми «Туризм».

Якщо аналізувати Навчальну програму для закладів загальної середньої освіти із предмету «Географія» для 10 – 11 класів, можна сказати, що у її межах річки можна вивчати:

1) У 10 класі – під час вивчення природних умов та ресурсів Європи, Азії, Океанії, Америки та Африки.

2) В 11 класі – у межах розділу «Загальні закономірності географічної оболонки Землі» та теми «Гідросфера та системи землі», де вивчаються такі підтеми як:

- води суходолу, чинники їх нерівномірного розподілу на материках та по території України;
- взаємозв'язок геологічної будови, рельєфу та річкової мережі території;
- взаємозв'язок клімату та вод суходолу.

Таким чином, у шкільній програмі із предмету «Географія» річки вивчаються у кожному класі, починаючи із 6 і закінчуючи 11. Проте найбільш широко річки вивчаються саме у 8 класі.

#### **4.2. Використання інтерактивних методів при вивченні річок на уроках географії**

Протягом останніх декількох років викладачів та методистів все більше цікавить пошук нових методик викладання. Методисти із багатьох країн світу сьогодні займаються аналізом уже існуючих навчальних методів та технологій і

їх адаптацією до сучасних реалій та вимог і, одночасно, пошуком кардинально нових підходів у викладанні. Не оминули дані зміни і нашу державу. Одні викладачі виступають за збереження традиційних методів, інші – повністю прагнуть перебудувати освітню систему. Є ще й третя категорія викладачів, яка пропонує об'єднати нові та старі форми викладання. Проте, ні у кого не викликає сумнівів той факт, що зміни невідворотні. Це пов'язано із безліччю факторів: нові освітні вимоги, психологія сучасних школярів, і, звісно, технологічні прогресивні зміни у світі.

Сьогодні у практику роботи закладів загальної середньої освіти активно впроваджуються інтерактивні технології, що ефективно сприяють засвоєнню навчального матеріалу, оскільки мають вплив на свідомість школярів, на їх почуття та волю, формують творчу особистість, яка здатна доцільно та ефективно використовувати набуті знання, уміння та навички у практичній діяльності в будь-якій суспільній сфері.

Інтерактивний («inter» – взаємний та «act» – діяти) – означає уміння взаємодіяти, знаходитися у режимі бесіди, діалогу з ким-небудь. Тобто, інтерактивне навчання – це діалогове навчання, у процесі якого відбувається активна взаємодія викладача з учнями [21, с. 112].

Метою інтерактивного навчання є те, що усі його учасники знаходяться у постійній взаємодії. Усі вони активно залучені у навчальний процес. Викладач при цьому виконує функцію помічника.

Інтерактивні технології у навчанні мають чіткий очікуваний навчальний результат, та включають у себе окремі інтерактивні методи, засоби та форми навчання, які стимулюють процес пізнання, розумові та навчальні умови і процедури, за допомогою яких можна досягнути запланованих результатів у навчанні [28, с. 230].

На думку Н. Мурадової, інтерактивне навчання – це навчання, яке заглиблене у комунікативний процес. На думку дослідниці, для підвищення ефективності даного процесу необхідною є наявність трьох компонентів, а саме:



- комунікативного (передача та збереження вербальної і невербальної інформації);
- інтерактивного (організація взаємодії у спільній діяльності);
- перцептивного (сприйняття та розуміння один одного у процесі комунікації) [10, с. 60].

На думку К. Коваленко, інтерактивне навчання – це такий вид навчання, у якому кожний учасник навчального процесу є рівноправним суб'єктом, а викладач виконує функцію помічника, консультанта та організатора [12, с. 1].

Н. Годованець виокремлює наступні принципи інтерактивної роботи:

- принцип одночасної взаємодії (усі учні працюють в один і той же час);
- принцип однакової участі (для виконання завдання усім учням дається однаковий час);
- принцип позитивної взаємодії (вся група виконує завдання лише при успішній роботі кожного учасника навчального процесу);
- принцип індивідуальної відповідальності (незважаючи на те, що робота ведеться спільно у групі, кожен учень виконує індивідуальне завдання) [10, с. 60].

Е. Азімов та А. Щукін інтерактивні технології у навчанні визначають як навчальні засоби, пов'язані із використанням інформаційно-комп'ютерних технологій. На думку авторів, інтерактивність передбачає, перш за все, безперервну взаємодію вчителя та учнів у процесі навчання [1].

Н. Вовчаста вважає, що інтерактивність існує у процесі комп'ютерної програми із користувачем у ході роботи [5]. Цю думку підтримує і А. Баранова, вважаючи, що поняття інтерактивних технологій сьогодні незмінно асоціюється з інформаційними технологіями, та передбачає використання навчально-інформаційних ресурсів (інтерактивні карти, інтернет-ресурси, електронні проекти, мультимедійні презентації тощо) [4].

Таким чином, інтерактивні технології у навчанні є одним із сучасних та прогресивних напрямів активної взаємодії, у процесі якої учні вступають у

діалог зі вчителем або іншими учнями, беруть активну участь у навчально-пізнавальній діяльності, виконуючи при цьому творчі, пошукові, проблемні завдання самостійно або у групі. Джерелом такої активності учня виступають:

- його власні мотиви та потреби;
- навчальне середовище, у якому він перебуває;
- особистість педагога;
- рівень навченості інших учнів, як комунікативних партнерів;
- засоби діяльності;
- форми мовленнєвої та соціальної взаємодії, котрі використовуються

у процесі навчання [14, с. 3].

Використання інтерактивних технологій у закладах загальної середньої освіти має свої переваги та недоліки. Так, перевагами інтерактивного навчання є:

- розширення пізнавальних можливостей учнів;
- порівняно високий рівень засвоєння знань;
- оптимальний контроль з боку вчителя у процесі навчання;
- взаємодія та партнерство між педагогом та учнями;
- пошуки альтернативних підходів в оцінюванні знань та умінь [10, с.

61].

Проте значним недоліком є відсутність методичних розробок уроків із використанням інтерактивних технологій, необхідність значних затрат часу на вивчення та освоєння нової інформації.

М. Куріч наводить нам наступні переваги інтерактивного навчання (у порівнянні із традиційними методами викладання):

- участь в роботі усіх учнів із класу;
- вироблення уміння командної праці;
- формування доброзичливого ставлення до опонентів;
- створення «ситуації успіху»;
- можливість засвоєння великої кількості матеріалу за короткі

проміжки часу;

- формування навичок толерантного спілкування;
- розвиток уміння аргументувати власну думку, знайти правильне рішення у будь-якій ситуації [14, с. 3 – 4].

У методиці навчання географії інтерактивні технології розглядаються як творчі види діяльності, які дозволяють створити ситуацію мовленнєвої взаємодії та сприяють удосконаленню комунікативного досвіду школярів [9]. На сучасному етапі ці види діяльності, що активно впроваджуються у навчальний процес закладів загальної середньої освіти, переконливо свідчать про тенденцію до використання розвивального навчання, переорієнтації із предметного на процесуальний та мотиваційний навчальні аспекти [13, с. 31].

Методика організації інтерактивного навчання у процесі вивчення географії керується такими основними принципами:

- 1) активність (усі учні залучені у навчальний процес та відповідають за розвиток своїх знань і вмінь);
- 2) розвиток особистості (учні мають усі необхідні умови для особистісного розвитку, пізнавальної активності та творчості);
- 3) інтегративний зв'язок усіх видів діяльності: робота із підручником, атласами, інтерактивними картами, інтернет-ресурсами тощо [29, с. 48 – 52].

Використання інтерактивних технологій у навчанні географії спонукає учнів та викладачів до творчої роботи, сприяє розвитку педагогічних здібностей, орієнтує на пошук унікальних якостей учнів.

Структура уроку географії із використанням інтерактивних технологій містить у собі чотири етапи:

- 1) Підготовка (вирішення організаційних моментів: підготовка роздаткового матеріалу, обрання місця проведення уроку, вирішення питань щодо технічного оснащення).
- 2) Вступ (пояснення правил, мети, завдання заняття; розподіл учнів на групи, розподіл ролей та нагадування учням про кількість відведеного часу на проведення різноманітних ігор, виконання проектів тощо).

3) Проведення уроку (обов'язковою умовою є самостійний або груповий пошук вирішення поставлених задач, формування відповідей).

4) Рефлексія та результати проведення уроку (обговорення результатів проведення заняття, виконання певних групових чи індивідуальних проектів, оцінювання, зворотній зв'язок) [7, с. 7 – 11].

Інтерактивне навчання сприяє взаєморозумінню учнів та викладачів. Завдяки правильному та адекватному усвідомленню не лише позитивного, але й негативного у власній поведінці, діях, навчальних результатах, виникає критичне ставлення до себе, що є необхідною умовою для сприйняття вимог, які висуває сучасна освітня програма [27, с. 139 – 141].

Отже, інтерактивні технології сьогодні активно впроваджуються у викладацьку практику. Інтерактивне навчання можна визначити як навчання у взаємодії, у режимі бесіди, діалогу, дії, та роботі з інноваційними технологіями. На таких уроках учень виступає не лише слухачем чи спостерігачем, а бере активну участь у тому, що відбувається на занятті. Навчання у постійній взаємодії вчителя та учня сприяє взаєморозумінню між ними, розумінню поставлених навчальних вимог та критичних зауважень викладача.

На уроці географії можуть використовуватися такі інтерактивні технології як мозковий штурм (пошук відповіді на складне питання шляхом висловлення різноманітних суджень), мікрофон, урок-гра, урок-віртуальна подорож тощо. Так, під час вивчення річок учням можна запропонувати здійснити віртуальну подорож басейном річки, розглядаючи при цьому її біологічне розмаїття, вивчаючи стан забруднення річки та визначаючи її основні геоекологічні показники. А, наприклад, під час вивчення теми «Води суходолу і водні ресурси» учні можуть бути залучені до мікрофону із різних питань.

Доволі цікавим також є використання дискусійних технологій, що дозволить учням висловити власну думку, навчитися слухати співрозмовників та наводити аргументовані факти. На думку Н. Годованець, дискусія – це цілеспрямований та впорядкований обмін думками, твердженнями із метою

«знаходження істини», чи формування певної точки зору серед її учасників [10, с. 61]. Наприклад, вивчаючи тему «Природа та населення свого адміністративного регіону» учні можуть активно дискутувати із приводу питання «Яким чином покращити екологічний стан річок у моєму районі чи області?».

Також пропонується застосовувати географічні інформаційні системи, що передбачають збір, зберігання та географічну візуалізацію просторових даних та пов'язану із ними інформацію про необхідні географічні об'єкти (у нашому випадку – про річки). Поняття географічної системи також використовується у більш вузькому сенсі – у якості інструменту (програмного продукту), який дозволяє школярам шукати, аналізувати та редагувати як цифрову карту місцевості, де розташовані водні артерії, так і додаткову інформацію про дані об'єкти.

Окрім того, В. Грушка пропонує застосовувати при вивченні річок на уроках географії наступні інтерактивні технології:

- сервіс «Seterra Online» – географічна вікторина, за допомогою якої можна засвоювати інформацію про найбільші річки України та світу;
- інтерактивні карти, які можна створювати за допомогою спеціальних програм (рис. 4.1).

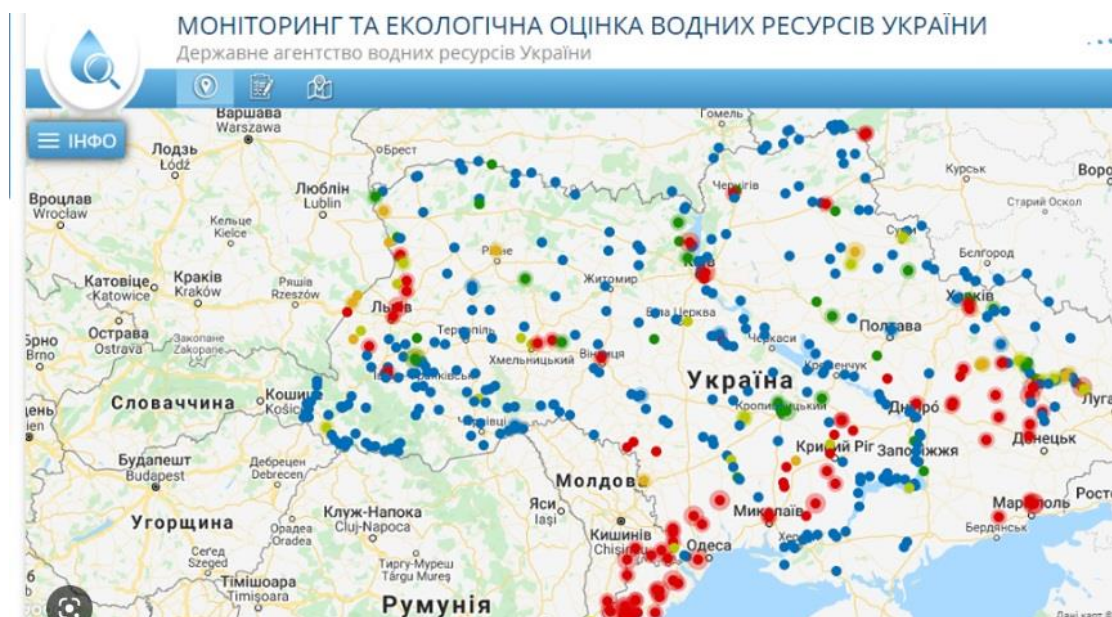


Рис. 4.1. – Приклад інтерактивної карти «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України»

Отже, інтерактивні методи навчання, які застосовуються у процесі вивчення річок на уроці географії, допомагають учням виявляти проблеми, збирати та аналізувати інформацію, знаходити альтернативні рішення та обирати найбільш оптимальний шлях у вирішенні тієї чи іншої проблеми.

Інтерактивний метод навчання підвищує мотивацію учнів, завдяки йому навчальний процес стає більш цікавим та захоплюючим. Крім того, усі інтерактивні методи розвивають комунікативні здібності, привчають учнів до роботи у команді, та навчають дослухатися одне до одного.

Проте варто відзначити, що інтерактивність буде значно ефективніша, якщо на практиці застосовувати мультимедійні онлайн інструменти (різноманітні освітні програми, комп'ютерні програми із застосуванням інтернет-технологій). Тож обов'язковим є використання спеціальних географічних онлайн-сервісів та інтерактивних карт.

## ВИСНОВКИ ДО 4 РОЗДІЛУ

Під час аналізу Навчальної програми для закладів загальної середньої освіти із предмету «Географія» за 6 – 9 та 10 – 11 класи ми побачили, що найбільш повно річки вивчаються саме у 8 класі, при чому учням надаються як теоретичні відомості щодо річок, їх будови тощо, так і знання щодо охорони водних ресурсів не лише України, а й цілого світу.

Інтерактивні технології сьогодні активно впроваджуються у викладацьку практику. Інтерактивне навчання можна визначити як навчання у взаємодії, у режимі бесіди, діалогу, активної дії. На таких уроках учень виступає не лише слухачем чи спостерігачем, а бере активну участь у тому, що відбувається на занятті. Навчання у постійній взаємодії вчителя та учня сприяє взаєморозумінню між ними, розумінню поставлених навчальних вимог та критичних зауважень викладача.

При вивченні річок на уроці географії можна застосовувати такі методи інтерактивного навчання як мозковий штурм, мікрофон, урок-гра, урок-віртуальна подорож, дискусійні технології, а також різноманітні географічні онлайн-сервіси та інтерактивні карти.

## ВИСНОВКИ

Річка Прут – одна з найбільших водних артерій у Західній Україні, яка протікає на території Івано-Франківської та Чернівецької областей та є лівою притокою Дунаю. Прут є однією із наймальовничіших річок у цьому регіоні, яка відіграє надзвичайно важливу роль у рекреаційному, господарському та естетичному значеннях.

Дослідження річки Прут науковцями здійснювалося у три етапи: кінець XIX – початок XX ст. (перші дослідження долини та витоків річки); 60-ті – кінець 80-х років XX ст. (заснування Дністровського басейнового управління водних ресурсів, відкриття Чорногорського географічного стаціонару, встановлення метеорологічних та екологічних спостережень на гідрологічних постах); 90-ті роки XX ст. – і до сьогодні (активне дослідження гідрологічного режиму, причин паводків, та геоекологічного стану басейну річки Прут).

Основними причинами забруднення басейну річки Прут є наступні: відсутність водоохоронних зон; відсутність або технічна застарілість водоочисних споруд; нерегульоване розміщення побутових відходів, особливо у сільській місцевості; використання пестицидів та хімікатів у сільському господарстві задля збільшення об'ємів врожаю; значна кількість нелегальних сміттєзвалищ; скорочення мереж спостереження за водними об'єктами, недостатнє фінансування проведення моніторингу якості води, застарілість вимірювальних приладів.

Відповідно до характеру поверхні басейн річки Прут поділяють на три частини: гірську, передкарпатську та рівнинну. Гірська частина – це середньовисотні хребти Українських Карпат, що простягаються майже паралельно один до одного з північного заходу та південний схід. Передгірська частина басейну річки знаходиться між Карпатами та самими Прутом. У свою чергу, рівнинна частина лежить між річками Дністер та Прут. В геологічному ж



відношенні басейн річки поділяється на три великі геоструктурні райони: складчасто-гірська споруда Карпат, передкарпатський крайовий прогин та територія Східноєвропейської платформи.

Гірській, передгірній та рівнинній зонам басейну річки Прут відповідають наступні види ґрунтів: дерново-підзолисті, сірі опідзолені, лучні та болотні, а також гірські. Видове розмаїття басейну річки Прут представлене савцями, плазунами, земноводними, рибами, планктоном, різними видами водоростей, а також вищою рослинністю (луки, ліси).

Задля визначення якості води у річці Прут нами було досліджено її гідрохімічний склад на ділянці від села Дора вгору за течією до села Татарів за допомогою стаціонарної мережі спостережень, до якої входило 6 основних пунктів. Далі, на основі отриманих показників ми визначити індекс забруднення води у басейні річки Прут.

Як засвідчили отримані лабораторні результати, практично всі санітарно-хімічні властивості води р. Прут на дослідженій ділянці знаходяться в дозволених межах. Втім, є деякі закономірності нарощування або скорочення числових значень окремих характеристик, зокрема в межах часової та просторової динаміки.

Як засвідчили отримані лабораторні результати, крім нітратного забруднення, всі інші проаналізовані властивості фізико-хімічного складу поверхневих вод на дослідженій ділянці русла знаходяться в дозволених межах. Отримані результати доводять, що при цих умовах самоочисна властивість поверхневих вод здатна долати прямі і дифузні забруднення як в час високої води, так і в час між повеней.

Найбільший вміст кисню та його концентрація (12 – 14 мг/л) досягається в попередній льодоставу етап на тлі поступового зниження температури. Останнє, з одного боку, призводить до нарощування його розчинності, з другого – до уповільнення процесів окислення органічних препаратів. В даний час в водному середовищі не накопичується значну кількість іонів амонію, наявність яких вимагає значної частини кисню для їх нітрифікації.

Якщо проаналізувати якість води на різних ділянках р. Прут за період 1955 – 2005 рр., то можна констатувати, що відбуваються зміни якості води р. Прут на всіх досліджуваних ділянках під впливом природно-техногенних факторів; відбуваються зміни як інтегральних показників (ІЗВ), так і середніх сумарних показників по відношенню до ГДК забруднюючих речовин; перед м. Чернівці (1 – 3,5 км вище міста) коливання ІЗВ становить 0,29 – 13,45; перевищення ГДК за 16 показниками (26,9%) серед досліджуваних 33; нижче м. Чернівці (1 – 3,0 км нижче міста) коливання ІЗВ становить 0,35 – 7,71; перевищення ГДК за 19 показниками (31,2%) серед досліджуваних 33; нижче м. Чернівці (7 – 13,5 км нижче міста) коливання ІЗВ становить 0,36 – 7,0; перевищення ГДК по 23 (30,9%) показникам серед досліджуваних 33; у с. Ленківці перевищення ГДК за 6 (18,8%) показниками серед досліджуваних 16; в даному створі спостерігається незначне покращення якості води річки за рахунок процесів самоочищення; у м. Магала перевищення ГДК за 10 (25,5%) показниками серед досліджуваних 15, в даному створі відмічається поступове збільшення середньорічних показників, що пояснюється незадовільною роботою чернівецьких очисних споруд каналізації.

На основі вищенаведених даних, можна зробити висновок про процеси саморегулювання та самовідновлення водної екосистеми: процеси саморегулювання природних режимів у водній екосистемі р. Прут не порушені; процеси самоочищення відбуваються практично на всіх ділянках ріки; в цілому якість поверхневої води річки Прут залишається стабільною, за винятком змін, викликаних впливом дії природних факторів та за умов скиду недостатньо або неочищених стічних вод.

Найбільш інформативним є індекс забруднення або якості води. Індекс якості води – це загальна оцінка якості води заснована на основних показниках та за типом водокористування. Якість води оцінюється повністю за загальними натуральними показниками. За допомогою індексу якості води, комбінованого індексу забруднення води тощо, можна дати більш розгорнуту оцінку якості води. За показниками ІЗВ за період 2000 – 2019 рр. спостерігається, що на

створі р. Прут – с. Ленківці, (вище м. Чернівці, питний в/з, 772,0 км) краща якість води, де води характеризується II класом якості, ніж на створі р. Прут – с. Магала, (нижче скиду зворотних вод м. Чернівці, 759,0 км), де води відносяться переважно до III класу якості ( $1 < \text{ІЗВ} < 2,5$ ). Це зумовлено техногенним впливом міста на води в річці Прут.

Під час аналізу Навчальної програми для закладів загальної середньої освіти із предмету «Географія» за 6 – 9 та 10 – 11 класи ми побачили, що найбільш повно річки вивчаються саме у 8 класі, при чому учням надаються як теоретичні відомості щодо річок, їх будови тощо, так і знання щодо охорони водних ресурсів не лише України, а й цілого світу.

Інтерактивні технології сьогодні активно впроваджуються у викладацьку практику. Інтерактивне навчання можна визначити як навчання у взаємодії, у режимі бесіди, діалогу, активної дії. На таких уроках учень виступає не лише слухачем чи спостерігачем, а бере активну участь у тому, що відбувається на занятті. Навчання у постійній взаємодії вчителя та учня сприяє взаєморозумінню між ними, розумінню поставлених навчальних вимог та критичних зауважень викладача. При вивченні річок на уроці географії можна застосовувати такі методи інтерактивного навчання як мозковий штурм, мікрофон, урок-гра, урок-віртуальна подорож, дискусійні технології, а також різноманітні географічні онлайн-сервіси та інтерактивні карти.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко Я. О., Архипова Л. М. Прогноз екологічних наслідків для водних об'єктів будівництва туристичних комплексів. Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. 2007. №1(15). С.141 – 146.
2. Басейнове управління водних ресурсів річок Прут та Сірет (БУВР). 2021. URL: <https://dpbuvr.gov.ua>.
3. Беркович К. М. Географический анализ антропогенных изменений русловых процессов. Москва : ГЕОС, 2001. 164 с.
4. Бедункова О. О. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Гідроекологія» (модуль 2, змістовний модуль 2) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» та за освітньо-професійною програмою «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технологія захисту навколишнього середовища» денної і заочної форм навчання. Рівне: НУВГП, 2020. 25 с.
5. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В. Екологічна оцінка якості води у верхній течії річки Прут. *Вісник ЛДУБЖД. Техногенна та екологічна безпека*. 2019. № 19. С. 108 – 114.
6. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В., Волощизин А. І. Антропогенний вплив на основні гідрохімічні параметри річки Прут в околицях міста Яремче. *Екологічна безпека. Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля*. 2019. № 1(27). С. 50 – 57.
7. 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.

8. 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.
9. Вишневський В. І., Косоцький О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр, 2003. 324 с.
10. Вишневський В.І., Косоцький О.О. Гідрологічні характеристики річок України. К.: НікаЦентр, 2003. 324 с.
11. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЕС. К., 2006. 240 с.
12. Водний кодекс України (ВКУ). 2018. URL: <https://urist-ua.net>.
13. Водоспад Пробій, м. Яремче. URL: <https://guide.karpaty.ua/uk/places/vodospad-probij>.
14. Географія. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. 10 – 11 класи. Рівень стандарту. 2022. 25 с.
15. Географія. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. 6 – 9 класи. Рівень стандарту. 2022. 77 с.
16. Гідрохімічний бюлетень: Матеріали спостережень за забрудненістю поверхневих вод на території Української РСР (1971 – 1983). Київ: Управління гідрометеорологічної служби Української РСР, Київська метеорологічна обсерваторія.
17. Гін А. Безкровна атака: Технологія проведення навчального мозкового штурму: Цікава і проста форма навчальної діяльності. *Завуч (Перше вересня)*. 2000. №8. С. 7 – 11.
18. Годованець Н. І., Леган В. П. Короткий огляд інтерактивних методів навчання іноземної мови. *Науковий вісник ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2017. Вип. 1 (40). С. 60 – 62.
19. Гриб В. Й. О периодичности характеристик в экологической классификации качества поверхностных вод. *Гидробиологический журнал*. 2003. № 3. С. 38 – 43.

20. Гринюк В. І. Вдосконалення системи управління екологічною безпекою поверхневих вод на рівні промислового підприємства. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2017. № 1. С. 38 – 46.
21. Грушка В. В. Інтерактивні технології дистанційного навчання на уроках географії. *Вісник університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки*. 2021. № 1(21). С. 24 – 31.
22. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія: Геохімічний аспект. Чернівці: Наші книги, 2009. 312 с.
23. Державне агенство водних ресурсів України (ДАВУР). 2021. URL: <https://www.davr.gov.ua>.
24. Державний водний кадастр. Щорічні дані про якість поверхневих вод суші. Басейн Західного Бугу, Дунаю, Дністра, Південного Бугу (1984 – 2005). Україна. Державний комітет України з гідрометеорології, Центральна геофізична обсерваторія. Т. 2. Вип. 1.
25. ДСанПін 2.2.4-171-10. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
26. Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 рр. – 03.03.2005. № 2455-IV.
27. Загальнодержавна програма розвитку водного господарства. 17.01.2002. № 2988-III.
28. Звіт про роботу обласної системи моніторингу навколишнього середовища за 2004 рік.. Державне управління екології і природних ресурсів у Чернівецькій області: Сектор моніторингу і ГІС. Чернівці, 2005.
29. Звіт про стан навколишнього природного середовища в Чернівецькій області в 2006 році. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. 2006.
30. Карабінюк М. М. Сучасна динаміка рівнів вод та їх паводкових підйомів у верхів'їв річки Прут у межах ландшафту Черногора (Українські Карпати). *Фізична географія та геоморфологія*. 2021. № 1 – 3. С. 7 – 17.

31. Кирилюк О. В. Оцінка гідрохімічного статусу вод малих річок басейну верхнього Пруту (на прикладі річок Гуків, Дерелуй та Виженка). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник*. 2013. Т. 4(31). С. 62 – 67.
32. Корчемлюк М. В. Екологічна оцінка якості води верхньої течії Пруту за блоком сольового складу та індексом забрудненості води. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник*. 2006. Том 9. С. 142 – 148.
33. Костенюк Л. В. Закономірності руслоформування у річковій системі Верхнього Пруту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія». Чернівці, 2012. 20 с.
34. Кукурудза С. І. Гідроекологічні проблеми суходолу. Львів: Світ, 2009. С. 101 – 113.
35. Куріч М. Використання інтерактивних технологій на уроках іноземної мови. 2012. С. 1 – 6.
36. Лущик А. В. Історія дослідження льодовикового рельєфу Українських Карпат. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Географічні науки*. 2017. Вип. 7. С. 143 – 150.
37. Матіїв Х. М., Корчемлюк М. В., Архипова Л. М. Сезонні коливання фізико-хімічного складу поверхневих вод у межах Яремчанської туристичної дестинації. *Науково-технічний журнал. Екологічна безпека та збалансоване ресурсовикористання*. 2022. № 1(25). С. 59 – 66.
38. Мельник А., Шубер П., Шушняк В., Костів Л., Березяк В. Фізико-географічні передумови, динаміка та наслідки катастрофічного липневого паводка 2008 року у верхів'ї річки Прут. *Вісник Львівського національного університету імені Івана Франка*. 2009. Вип. 37. С. 136 – 150.
39. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними критеріями. Затверджено наказом Мінекобезпеки України від 31.01.98 р., № 44. / Автори: Романенко В.Д., Жулинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. К.: Символ-Т, 1998. 48 с.

40. Мовчан В. К., Самойленко Б. М. Використання води і характеристика джерел забруднення в басейнах транскордонних річок Західної України. С. 140 – 145.

41. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання України у 2020 році. Київ, 2021. 385 с.

42. Осадча Н. М., Осадчий В. І. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод України у 2000 р. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. збірник. 2001. Т.2 С. 379 – 388.

43. Осадчий В. І. Основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995 – 1999 рр. Тр. УкрНИГМИ. 2001. Вып. 48. С. 138 – 153.

44. Осадчий В. І., Набиванець Б. Й., Осадча Н. М. Гідрохімічний довідник: Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. Київ, «Ніка-центр» 2008. 656 с.

45. Офіційний сайт Дністровського басейнового управління водних ресурсів. URL: <https://vodaif.gov.ua>.

46. Офіційний сайт Міністерства розвитку громад та територій України. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2020 рік. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vidhodamy-v-ukrayini-za-2020-rik-2>.

47. Паланичко О. В. Закономірності руслоформування річок Передкарпаття: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія». Київ, 2010. 22 с.

48. Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Загальна гідрохімія. Київ: Либідь, 1997. 382 с.

49. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Інтерактивні технології навчання: теорія, практика, досвід. Київ, 2002. 237 с.

50. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: Наук.-метод. пос. Київ: Видавництво А.С.К., 2004. 192 с.



51. Посібник з Карпатської конвенції. Регіональний Екологічний Центр Центральної та Східної Європи. Угорщина, 2007. 198 с.
52. Приходько М. М. Екологічні ризики та екологічна безпека басейну верхнього Пруту. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*. 2014. № 2. С. 143 – 154.
53. Про екологічну мережу України : Закон України від 24 червня 2004 р. № 1864-IV.
54. Про річку Прут та її історію. Інтернет-журнал «Дзеркало медіа». URL: <https://dzerkalo.media/news/pro-richku-prut-i-ii-istoriyu>.
55. Проект управління пілотним басейном Прута. Вінниця: ВЕГО «МАМА-86», 2015. 88 с.
56. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернівецькій області у 2020 році. Чернівці, 2021. 202 с.
57. Решетченко С., Скубарєва Т. Інтерактивні методи навчання як засіб успішної діяльності учнів. *Проблеми безперервної освіти і картографії*. 2021. Вип. 33. С. 62 – 68.
58. Сівак В. К., Робулець С. В. Державне регулювання та стан екологічної безпеки у Чернівецькій області. Львів: РВВ НЛТУ України. 2016. Вип. 14.
59. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ: Ніка-Центр, 2001. 264 с.
60. Теодорович Л. Екологічний туризм у НПП України: теоретичні та практичні аспекти. *Вісн. Львів. ун-ту. Серія географічна*. 2013. Вип. 41. С. 318 – 330.
61. Удод В. М., Трофімович В. В., Волошкіна О. С., Трофимчук О. М. Техноекологія. Київський національний університет будівництва і архітектури, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору. К., 2007.
62. Удод В. М., Яців М. Ю. Екологічні критерії оцінки якості води гідроекосистем на прикладі водозбірного басейну р. Прут. *Екологічна безпека та природокористування*. 2010. С. 84 – 93.

63. Швебс Г. І., Ігошин М. І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. Одеса: Астропринт, 2003. 392 с.
64. Ющенко О. Ю. Елементи крони Верхнього Пруту (Геогідроморфологічна та порядкова характеристика). Науковий вісник Чернівецького університету : збірник наукових праць. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2014. Вип. 724 – 725. Географія. С. 100 – 105.
65. Ющенко Ю. С. Загальна гідрологія: підручник. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2017. 591 с.
66. Ющенко Ю. С., Кирилюк А. О., Костенюк Л. В. Територіальні одиниці сучасних річково-долинних систем (на прикладах Верхнього Пруту та Сірету). *Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць*. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2014. Вип. 696. Географія. С. 55 – 60.
67. Ющенко Ю. С., Пасічник М. Д., Білоконь М. В. Молодий ландшафт річки Прут: минуле і сучасність (на теренах Чернівецької області): монографія. Чернівці: ФОП Садовський С.С., 2019. 115 с.
68. Ющенко Ю.С., Паланичко В. О. Вплив катастрофічного паводку 2008 року на русла річок Передкарпаття. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. К.: Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2009. Т. 17. С. 40 – 55.
69. Яцик А. В. Водні ресурси України як основа сталого розвитку держави. *Вісник Укр. держ. ун-ту водного господарства та природокористування. Ч. 1. Раціональне використання і охорона природних ресурсів*. 2002. Вип. 5(18). С. 164 – 175.
70. Яцик А. В., Романенко В. Д. Методика оцінки якості поверхневих вод за відповідними критеріями. Київ: Світ, 2008. 28 с.