

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**

Географічний факультет  
Кафедра конструктивної географії і картографії

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри  
д. геогр. наук, доц. Є. А. Іванов

\_\_\_\_\_

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Вишотравка Марія Ігорівна**

**АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ**  
**ВОДИ РІЧКИ СТРИЙ**

Кваліфікаційна робота  
Спеціальність 101 “Екологія”

Науковий керівник – доктор  
географічних наук, доцент  
Іванов Є. А.

**Львів–2021**

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>4</b>
<b>РОЗДІЛ 1. РОЗТАШУВАННЯ, СТАН ВОД І ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКИ СТРИЙ</b> .....	<b>9</b>
1.1. Загальна характеристика .....	10
1.2. Об'єкти малої гідроенергетики як екологічна проблема річки .....	12
1.3. Джерела забруднення вод .....	16
1.4. Контроль за якістю вод .....	19
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	<b>29</b>
2.1. Мета, завдання та об'єкт досліджень .....	29
2.2. Суть і гіпотеза дослідження .....	30
2.3. Методи дослідження .....	34
2.3.1. Визначення органолептичних властивостей води .....	34
2.3.2. Визначення рН води .....	35
2.3.3. Визначення хлоридів у воді (метод Мора) .....	36
2.3.4. Визначення біогенного забруднення нітрат- та нітрит-іонами води .....	36
2.3.5. Визначення іонів амонію у воді .....	39
2.3.6. Визначення мінералізації води .....	40
2.3.7. Біотестування .....	41
2.4. Схема та район дослідження .....	44
<b>РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА СТАН РІЧКИ СТРИЙ</b> .....	<b>48</b>
3.1. Аналіз гідрологічного режиму річки та використання її вод .....	49
3.2. Аналіз гідрохімічних показників поверхневих вод річки .....	51
3.3. Видове біорізномаяття фауни вод річки .....	58
<b>РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	<b>66</b>

4.1. Результати біотестування поверхневих вод річки . . . . .	66
4.2. Дослідження деяких гідрохімічних показників вод річки . . . . .	70
4.3. Дослідження вмісту сполук нітрогену вод річки . . . . .	76
4.4. Аналіз екологічного стану річки . . . . .	79
<b>ВИСНОВКИ . . . . .</b>	<b>84</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ . . . . .</b>	<b>89</b>
<b>ДОДАТКИ . . . . .</b>	<b>111</b>

## ВСТУП

Водні ресурси належать до відновлювальних природних ресурсів, проте, з огляду на зростаючий вплив господарської діяльності людини, зокрема, на ступень забруднення води і відсутність можливості користування все більшою кількістю водних об'єктів, останнім часом термін відновлювальні водні ресурси стає умовним. Так вода одна з головних цінностей на Землі попри те, вона є найбільш дефіцитним ресурсом XXI століття. Вже зараз 1 млрд населення планети страждає від браку прісної води, 1,7 млрд вживають воду низької якості. Якщо темпи зростання населення планети і ставлення людини до води не зміняться, у 2025 році понад третини населення земної кулі буде жити в умовах жорстокого дефіциту води [1].

Аналогічна ситуація з водними ресурсами склалася і в Україні. Зменшення водності в першу чергу позначається на малих річках. Незважаючи на спад виробництва та зупинку багатьох підприємств, природні води продовжують належати до доволі забруднених елементів довкілля, оскільки не спостерігається вагомого покращення їхньої якості, суттєвого зменшення скиду неочищених або недостатньо очищених стічних вод. Це, зокрема, пов'язано з погіршенням технічного стану наявних очисних споруд, відсутністю коштів на їхній ремонт і реконструкцію, а також з порушенням природоохоронного режиму прибережних захисних смуг та водних зон [2].

Особлива увага до якості водних ресурсів р. Стрий пов'язана з тим, що в районі села Верхнє Синьовидне, у безпосередній близькості від русла річки, облаштовано Стрийський водозабір, що експлуатує однойменне родовище високоякісної питної води та забезпечує потреби в ній значної частини Львова, Стрия, Дрогобича, Трускавця та низки інших міст.

Моніторингові дослідження якості вод є підсистемою гідроекологічного моніторингу, що функціонує на базі державних служб спостереження. Параметри, за якими ведуть спостереження, не дають повної інформації про якісний стан водних об'єктів і потребують збільшення спектра досліджуваних показників. Крім того, необхідними є додаткові дослідження пов'язані з

питанням оптимізації розміщення пунктів спотережень за гідрохімічними показниками в межах басейнів річок.

Саме тому проблема оптимізації системи комплексного контролю та спостереження за станом поверхневих вод і рівнем їхнього забруднення особливо важлива на шляху до сталого розвитку суспільства. Моніторинг стану поверхневих вод як невід'ємна складова моніторингу довкілля має важливе значення для вирішень наукових, конструктивно–географічних (інженерних), екологічних, освітніх проблем [8].

Для оцінки поверхневих вод використовують різні методи, які можна умовно поділити на хімічні і біологічні. Хімічні методи дозволяють якісно оцінити інтенсивність антропогенної дії конкретної забруднюючої речовини на водний об'єкт.

Біотестування – це процедура встановлення токсичності середовища за допомогою живих тест–об'єктів. Завдяки простоті, оперативності та доступності біотестування отримало широке визнання у всьому світі і його все частіше використовують поряд із методами аналітичної хімії. Біологічні тест–системи показують загальний індекс токсичності зразка і дозволяють у короткі терміни відповісти на запитання: присутні чи ні в середовищі токсичні агенти в небезпечній для живого організму концентрації [30, 45].

Фітоіндикаційні зміни біологічної системи завжди залежать як від антропогенних, так і від природних факторів середовища. Система реагує на дію середовища в цілому. Якщо індикатор реагує значним відхиленням життєвих проявів від норми, то він є чутливим фітоіндикатором. Акумулятивні фітоіндикатори, навпаки, накопичують антропогенні впливи більшою частиною без швидкого виявлення порушень [7].

За даними Лабораторії Державної екологічної інспекції у Львівській області не проводиться біологічна оцінка якості вод та не вивчається стан гідробіоценозів. Неочищені стічні води постійно забруднюють поверхневі води, в тому числі й річку Стрий. Тому проведення аналізу фітотоксичності вод цієї річки є актуальним.

Роботи з ведення моніторингу підземних вод України здійснюються відповідно до Положення про державну систему моніторингу довкілля в частині моніторингу вод та Водного кодексу України.

Основною метою моніторингу підземних вод – є спостереження за станом підземних вод, як одного з найважливіших компонентів оточуючого середовища, з підготовкою необхідної інформації та прогнозів різного призначення, а також розробки науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам режиму підземних вод та дотримання вимог екологічної безпеки.

Моніторинг підземних вод здійснюється в цілому по території України з використанням БД АІС ДВК, яка створена в ДНВП «Геоінформ України» і містить інформацію (з можливістю відбору даних по області, по водогосподарській ділянці, по басейнах підземних вод та по річкових басейнах): загальні дані по водопункту, індекс та інтервал залягання водоносного горизонту, геологічний розріз водопункту, гідрогеологічну характеристику водопункту (результати випробування: дебіт, зниження, напір, статичний рівень, коефіцієнти фільтрації, водопровідності; фільтр: тип, діаметр, інтервал установки тощо), дані спостережень за положенням рівня підземних вод, каталог хімічного складу підземних вод водопункту – загальні дані та макрокомпоненти.

Ведення моніторингу підземних вод України здійснюється на двох рівнях:

➤ Регіональному – в державних регіональних геологічних підприємствах по території діяльності, де опрацьовується первинна інформація, яка передається на державний рівень.

➤ Державному – у ДНВП «Геоінформ України», що проводить узагальнення інформації регіонального рівня, її зберігання, аналіз та обробку.

За підсумками робіт складаються:

➤ Щорічні інформації до Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні.

➤ Щорічні прогнози рівнів ґрунтових вод по території України, що призначені для плануючих, гідрометеорологічних, водогосподарських, сільськогосподарських та геологічних організацій; різних міністерств та відомств, що проводять водно-екологічні та еколого-геологічні дослідження, можуть використовуватись при вирішенні питань, що пов'язані з умовами формування підземних вод, взаємозв'язком підземних і поверхневих вод.

➤ Гідрогеологічні щорічники про стан підземних вод України, що містять узагальнену інформацію в межах адміністративних областей і басейнів підземних вод про режим підземних вод в природних і порушених умовах, якісний стан підземних вод (основні та потенційні джерела забруднення підземних вод, умови забруднення, вміст в підземних водах забруднюючих речовин, якість підземних вод на водозаборах).

Львівщина забезпечена водними ресурсами достатньо, але сучасний стан водних ресурсів викликає глибоке занепокоєння. Одним із важливих аспектів цього завдання є виявлення багатьох негативних чинників (відсутність водоохоронних заходів на рівні місцевих рад, скидання недостатньо очищених стоків у відкриті водойми).

Важливою проблемою стану водних ресурсів області є забруднення водотоків побутовими стоками промислових підприємств. Результати здійснення заходів державного контролю за станом водних ресурсів свідчать про те, що, незважаючи на спад виробництва та припинення роботи багатьох підприємств, не спостерігається істотного покращання якості стічних вод та зменшення скиду неочищених або недостатньо очищених стічних вод. Це передусім пов'язано з погіршенням технічного стану діючих очисних споруд і несвоєчасним їх ремонтом та реконструкцією через відсутність коштів.

Львівщина займає дев'яте місце за скидами недостатньо очищених і неочищених стоків у відкриті водойми. За даними Львівського регіонального Дністровського басейнового відділу водогосподарського об'єднання у 2013 році у водні об'єкти було скинуто 80,27 млн. м<sup>3</sup> недостатньо очищених стічних вод.

На основі всіх зібраних даних оформлюється екологічний паспорт річки – це уніфіковане зведення основних даних про водний режим, фізико-географічні особливості, використання природних ресурсів та екологічні умови в її басейні. Паспорт доповнюється необхідними схемами басейну річки, різноманітними картами.

Порядок розроблення, заповнення та ведення такого паспорта регламентовано Кабміном України. Розробляється паспорт річки фахівцями спеціалізованих проектно-розвідувальних та науково-дослідних установ, узгоджується з територіальними органами: Державним комітетом України з водного господарства, Міністерством екології та природних ресурсів, Державним комітетом з земельних ресурсів України.

Вода річки Стрий використовується для водозабору таких міст як Стрий та Львів, тому здоров'я жителів цієї території напряму залежить від якості води. За даним ВООЗ рівень захворюваності залежить від води, яку вживає людина кожного дня.

Природна вода, забруднена побутовими відходами та стоками, не придатна для водопостачання населенню. Хоча водоканали мають систему очистки, проте, враховуючи прогресуюче навантаження на водні екосистеми та збільшення викидів у річки, їх необхідно оновлювати та вдосконалювати. Це може призвести до хвороби нирок, виразки чи онкозахворювання, інфекційних захворювань чи навіть хворіб, які унаслідують майбутні покоління.

Структура роботи: робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (177 найменувань) та 13 додатків.



# РОЗДІЛ 1

## РОЗТАШУВАННЯ, СТАН ВОД І ДЖЕРЕЛА

### ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКИ СТРИЙ

Життя малих річок визначається територією, з якої річка збирає воду, тобто водозбором, та характером господарювання на ній людини. Мала річка є першим збирачем води для великої річки. Вода, що надходить з навколишньої території до малої річки, не встигає самоочиститись на своєму шляху до гирла. Природна здатність до самоочищення малої річки є значно меншою, ніж великої. Вода, яка надійшла з водозбору, визначає якість води у самій річці.

Якщо раніше з джерела до річки надходила вода, яка мала найвищі показники якості, то тепер цього практично не спостерігається, та й самі джерела тепер не часто побачиш. Вони замулились, заросли, забруднились, багато з них зникли. А в річки часто стікають лише забруднені людиною поверхневі води. Таким чином, мала річка концентрує в собі наслідки людської діяльності.

Річка Стрий розташована у Львівській області та впадає в одну із найбільших рік України – ріку Дністер. Ця річка дуже має велике значення як для екосистеми так і для здоров'я людей. Дослідження річки та її долини дасть можливість з'ясувати причини погіршення екологічного стану.

На цій річці розташована одна мала ГЕС (поблизу міста Турка), яка ділить цю річку на верхню та нижню частини. Риба не може подолати бар'єри та відплисти на нерест, тому рибалки скаржаться на погані улови. На жаль, у планах місцевої влади є спорудження ще другої ГЕС, але вже в більш важливому місці – неподалік впадання до ріки Дністер, що може нести в собі більше наслідки.

Річка Стрий є основою для водозбору таких міст як Стрий та Львів. Якість води, яку п'є населення, прямо впливає на стан здоров'я та на рівень захворюваності. Тому якість води цієї річки є вирішальна для місцевих мешканців та повинна регулярно моніторити та перевіряти.

Забруднення річки з кожним роком тільки зростає і причиною цього є не тільки небезпечні підприємства, розташовані поблизу берега, але і неконтрольоване скидання викидів та стоків місцевих.

### 1.1. Загальна характеристика

Найбільшою правобережною притокою Дністра є Стрий, довжиною понад 240 км. Розпочинається річка на висоті 1405 м поблизу с. Лавочне Львівської області, гирло річки – за 12 км нижче Жидачева на відмітці 240 м н.р.м. Стрий має 31 притоку, найбільша – Опір [30]. Долина Стрию пролягає переважно в горах Східних Карпат, на верхніх ділянках – у глибокому каньйоні, і лише в нижній течії, після злиття з Опором, виходить на Прикарпатську височину. Основні правобережні притоки на цій ділянці – Бистриця Самбірська, Колодниця [4].

- Гірська частина

Довжина гірської частини р. Стрий (від с. Довге до смт. Верхнє Синьовидне Сколівської ОТГ Львівської області) 25 км. У Додатку 1 подано фрагмент австрійської карти з накладеними руслами за різні часові періоди [8].

- Передгірська частина

Довжина передгірської частини р. Стрий (від смт. Верхнє Синьовидне Сколівської ОТГ Львівської області до смт. Гніздичів Жидачівської ОТГ Львівської області) 50 км [72]. Ця частина характерна значною багаторукавністю річки. Слід зауважити, що на цій ділянці загалом русло зсувається в північно-західному напрямку, що становить загрозу підмиву автомобільної траси міжнародного значення [8].

- Рівнинна частина

Найскладнішою ділянкою річки є русло, що протікає в рівнинній частині місцевості аж до впадіння в річку Дністер. Довжина рівнинної частини р. Стрий (від смт. Гніздичів Жидачівської ОТГ до впадіння у р. Дністер біля м. Жидачів Львівської області) 18 км [1]. В цій частині Стрий має дуже звивисте русло із значною кількістю меандр та залишених стариць, на деяких ділянках місцевість є заболоченою. Найцікавіші меандри вона робить біля села Рибник та міста

Жидачів, де впродовж кількох кілометрів тече в декількох різних напрямках [66]. Ця частина русла річки найбільше залежна від геоморфологічної будови, яка характерна для Передкарпатського прогину. Річка, перетинаючи ділянки гірських порід різної твердості, формує різні за типом долини, від вузьких, майже без терас, до широких у місцях перетину м'яких порід [8].

Основні відклади у річці представлені піском з галькою, галечником, глиною та алювіальними відкладами.

Заплавна місцевість рівнинної частини річки Стрий складається з дерново супіщаних і суглинкових, дерново опідзолених оглеєних та лучних глейових ґрунтів, їх механічною основою є піски та легкі суглинки, що легко розмиваються [5]. Значну частину дна на створах вкривають зарості водопериці, інколи трапляються рдести та елодея канадська.

Дно приблизно на 15 % вкрите зануреними рослинами: Уруть колосиста, Рдесник плаваючий, Фонтіналіс, Харові. Вздовж берегів осокові зарості, Їжача голівка [6]. Занурена рослинність представлена Урутю колосистою разом з Елодеєю канадською, рдест – одинично, фонтіналіс. Характерною особливістю є те, що з лівого берегу шириною до 15 метрів розташована занурена рослинність, до 60 % дна, а з правого берегу її вкрай мало, є тільки окремі пасма фонтіналісу, уруті, одинично зустрічалися осоки [51]. По береговій смугі – осоки, шириною до 2 м, спостерігалися також очеретяно–осокові пояси рослинності. В місці замулення дна знайдено Горця земноводного, а по самому руслу зустрічаються нитчатка та поодинокі – уруть.

В угрупованні донних тварин за показниками чисельності безумовно домінують амфібіотичні комахи, а за показниками біомаси двостулкові моллюски [8].

Зареєстровано 25 видів риб із 8 родин. За свідченнями рибалок, у р. Стрий також ловляться білизна європейська та лосось–кумжа (струмкова форель) [7]. У річці проживають види, які охороняються міжнародними конвенціями та списками, а також Червоною книгою України, це зокрема амфібії: кумка жовточерва, жаба трав'яна, ропуха; риби: ялець звичайний, підуст звичайний, головень європейський, бистрянкa російська, верхівка

звичайна, рибець звичайний, білизна європейська, гірчак європейський, білоперий пічкур дністровський, марена звичайна, марена карпатська, або марена дунайсько–дністровська, золотиста щипавка північна, лосось–кумжа (форель струмкова, пструг струмковий), бичок пісочник; амфібіотичні комахи: красуня–діва [9].

Хоча оточення водойм, які заселяє цей вид, дуже різноманітні, перевага надається тим, що розташовані на пологих схилах, де наявні польові дороги, або на околицях населених пунктів.

## **1.2. Об'єкти малої гідроенергетики як екологічна проблема річки**

Найбільшими забрудниками басейну Дністра є промислові підприємства і об'єкти житлово–комунального господарства. Особливо забруднюються водні об'єкти басейну солями амонію, нафтопродуктами, важкими металами [22].

Така діяльність спонукала відібрати другу пробу, неподалік міста Турка, після впадання в річку Стрий річки Яблунька, куди напряду, без жодної системи очистки, скидаються забруднені води [47].

Головними причинами забруднення поверхневих вод Дністровського басейну є [48]:

- скидання неочищених і недостатньо очищених комунально–побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти і через систему міської каналізації;
- потрапляння у водні об'єкти забруднюючих речовин з поверхневим стоком води із забудованих територій і сільгоспугідь;
- ерозія ґрунтів на водозабірній площі.

Під час обговорення схеми потенційного розташування об'єктів малої гідроенергетики на території Львівської області, дійшли до висновку, що існування малих ГЕС на річці Стрий – неприпустимо [50].

Внаслідок експлуатації малої ГЕС в с. Явора, річка Стрий протягом двох десятків кілометрів втратила свій гірський характер, водосховище ГЕС сильно замулене, риба відчуває проблему нестачі кормової бази. А у випадку

будівництва на р. Стрий у районі Верхнього Синьовидного і Нижнього Синьовидного є вірогідність забруднення питних водозаборів інфільтратами із нафтоносних горизонтів. Якраз тому третя проба була відібрана з села Верхне Синьовидне, що на Сколівщині – це дасть змогу порівняти гідрохімічні показники води у річці за наявності неподалік ГЕС (друга проба) та за природніх умов (третя проба) [55].

Збіднена киснем вода внаслідок гниття рослин, шар намулу на дні, сміття. Не видно зграй дрібних риб, котрі зустрічаються майже повсюдно на інших ділянках Стрия. Водосховище Яворської ГЕС тягнеться на кілька кілометрів вище греблі. Ця ділянка фактично нездоланна для реофільних риб, для мальків, адже в умовах застійного режиму риба не проходить, а молодь просто гине, не здатна скочуватись нижче. З появою ГЕС чітко співпало зникнення марени і форелі. Риба залишилась тільки нижче греблі ГЕС, де відбувається збагачення води киснем. Крім того, кілька будинків зазнають періодичних підтоплень взимку внаслідок утворення крижаних загат перед греблею [11].

Гниле водосховище вище греблі ГЕС і зруйнована, майже безводна річка нижче. Друга проба води була відібрана вище на 2 км від водосховища [79].

До річки через греблю ГЕС подається мінімум води – її накопичують для застосування у години активної роботи. Вся вода у річищі – це те, що проходить крізь нещільно зачинені запірні споруди. Рибохід відсутній.

За 450 кВт максимальної потужності велика ділянка річки фактично зруйнована, а вплив ГЕС відчувається далеко за межами будівель, греблі і водосховища. Стрий вище Явори відрізаний від решти річки. Фрагментація екосистеми – одне з найбільш небезпечних явищ – потерпають мігруючі реофільні риби, гинуть типові для гірських річок мікроорганізми, порушуються харчові зв'язки, змінюється динаміка твердого стоку, зменшується здатність екосистеми гірської річки до самоочищення [4].

«Зелений тариф» може збагатити власників, але не поверне зруйнованого ні природі, ні людям. У цьому регіоні є багато можливостей для розвитку справжньої зеленої енергетики, наприклад, сонячної. Ліси мають серйозний потенціал для біоенергетики. Стрий міг би давати і «зелену» гідроенергію, якби

греблеві ГЕС замінили безгреблевими ГЕС природного стоку. Вони дають енергію безпосередньо до осель і не мають істотного негативного впливу на екосистеми [39].

Гострою проблемою на сьогодні є план щодо спорудження нової ГЕС неподалік Жидачева. Абсурдність рішення очевидна: на цій території гребля ГЕС перекриватиме шлях дністровській риби на нерест у Стрий, а молоді – назад у Дністер [14]. Водосховище і намул, втрата туристичної привабливості цієї ділянки річки, вимирання реофільних риб – ось що означатиме цей зашморг. Екологічний розрив між Дністром і його найбільшою притокою матиме далекосяжні наслідки, якщо ця споруда все ж буде зведена [10].

Річка важлива для збереження і відтворення червонокнижних видів риб – харіуса, вирезуба, чопа, вусачів, забезпечує водопостачання міст Прикарпаття і Львова. Також тут зустрічається багато інших представників іхтіофауни, знищені людиною на інших річках.

Будівництво малих ГЕС в Львівській частині Карпат поставить хрест на водному туризму в межах області [59].

Для того, щоб гідроенергетика Львівської області розвивалася, а природні екосистеми річки Стрий та її притоки не зазнавали необоротних змін, необхідно [16]:

- врахувати і відобразити екологічні та соціально–економічні обмеження для розвитку гідроенергетики. Для природоохоронних об’єктів, оселищ видів тварин і рослин, включених до Червоної книги України, додатків до конвенції «Про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі» та інших міжнародних нормативно–правових актів, Стороною яких є Україна. Річка Стрий з Опором та іншими гірськими притоками, Стрв’яж (Стривігор), Свіча, Дністер з притоками мають важливе значення як оселища цінних видів іхтіофауни (харіус європейський, форель струмкова, стерлядь, марена, чіп, вирезуб та інші – загалом понад 10 видів);
- доповнити дані щодо альтернативного соціально–економічного використання окремих річок чи ділянок, що унеможлиблює використання річок для потреб гідроенергетики. Зокрема, басейн річки Стрий має важливе значення

для питного і господарського водопостачання південної частини Львівської області і міста Львова [45]. Річки Стрий, Опір, Свіча та Дністер мають важливе значення для розвитку в області сплавного туризму. Завдяки цим річкам Львівщина є лідером з розвитку сплавного туризму в Україні [44];

- доповнити дані показниками економічно обґрунтованого гідроенергетичного потенціалу Львівщини;
- оцінити негативний вплив малих гідро–електростанцій на річкові екосистеми, а також проаналізувати порушення не діючих МГЕС на території Львівської області і інших областей України як потенційні екологічні ризики;
- передбачити у перспективі розвитку гідроенергетики регіону обов’язкові заходи і вимоги до існуючих ГЕС щодо зменшення їх негативного впливу на довкілля [96];
- брати до уваги розливи річок, які є природним явищем і підтримують функціонування річкових екосистем, оздоровлюючи їх, забезпечують їх природне самоочищення і підтримку екосистем. Також враховувати останні дослідження і тенденції протипаводкового захисту у країнах ЄС, де, зокрема, основний акцент робиться на відновлення природних заплав, у тому числі із лучною рослинністю, заплавних лісів, котрі дозволяють істотно зменшити вартість протипаводкових заходів, є ефективними природними системами, здатними до самопідтримання без витрат бюджетних коштів[30];
- переймати існуючий досвід і розробки громадських організацій і наукових установ, зокрема підготовлену карту особливо цінних річкових ділянок (ОЦРД) у Львівській області, нормативно–правові рекомендації тощо.

### **1.3. Джерела забруднення вод**

Одним із загрозливих процесів є інтенсивний відбір з русел річки гравію й піску, розробка родовищ валунно–гравійно–піщаних порід, що негативно впливає на екологічний стан довкілля: спричиняє викривлення русел, створюються умови для поширення водної ерозії ґрунтів, порушується

природний баланс у басейнах рік, внаслідок чого вода забирає береги, підтоплюються населені пункти [17].

Поклади валунно–гравійно–піщаних порід у межах України поширені досить нерівномірно. Значні запаси їх зосереджені в Передкарпатському крайовому прогині, в західній і південно–західній частинах Українського щита пов'язані переважно з алювіальними, делювіальними, флювіогляціальними та еоловими відкладами четвертинного віку. Залягають вони у вигляді лінз і пластових покладів потужністю до 20–25 м на глибині 0–3,0 м [125].

Валунно–гравійно–піщані породи використовуються в будівельній галузі як заповнювачі бетонів, у будівництві автомобільних доріг, для улаштування баластного шару залізничних шляхів, виробництва будівельних і штукатурних розчинів, силікатних виробів тощо. Тільки одне підприємство, як вказано в матеріалах, несанкціоновано видобуло за два роки (2016–2018 рр.) 65 тис. тонн гравію [12].

Однією із проблем є тони хімікатів невідомого походження на березі річки Стрий, за кілька десятків кілометрів від Львова. Хімікати спокійно зберігаються практично у житловому масиві, на березі річки Стрий, водозбір з якої йде на мільйонний Львів. Хімічні речовини потрапляють у ґрунтові води.

Проблема забрудненості річки Стрий залишається і надалі актуальною. Відходи нафто– і газодобувних підприємств без необхідної фільтрації потрапляють у річку, де не відбувається належним чином процес самоочищення. На річці Стрий розташовані три зі ста найбільших забруднювачів природного середовища України: Акціонерне товариство «Нафтопереробний комплекс Галичина» (м. Дрогобич), Роздільське ДГХП «Сірка» і ПАТ Стебницьке гірничо–хімічне підприємство «Полімінерал» [19].

На сьогоднішній день, із зниженням обсягів виробництва промислове навантаження значно знизилося, хоча інші види забруднень не зменшилися [33].

Залишаються загрозливими обсяги змиву хімічних добрив, що застосовуються в сільському господарстві на прилеглих територіях. Проте найбільш гостру проблему в басейні створюють скиди неочищених стічних вод. Останнім часом людське недбальство призвело до того, що прибережні зони



річок заповнили побутові відходи та пластик. Від подібного лиха потерпають і річки, в руслах яких виникають цілі сміттеві затори.

Хоча збитки від забруднення води постійно вимірюють, накладають штрафи на посадовців та притягують їх до адміністративної відповідальності, екологічна ситуація від цього, на жаль, не покращується [159]. Позаяк очисні споруди не можуть приносити прибутків, їхнє спорудження повністю залежить від державного фінансування. До того ж трапляється, що підприємства мають істотні заборгованості за електроенергію. Зрештою, навіть залишаються без світла. Звідси випливає ще одна проблема очисних споруд: через зниження температури гине спеціально вирощений намул, який очищує воду, тому доводиться його закуповувати знову. А на це немає коштів [61].

У річку потрапляють неочищені води каналізаційних мереж. Нині неефективно працюють очисні споруди Стрия, Хирова, Сколе, Славського, Миколаєва, смт. Івано–Франкове. У місті Турці каналізаційною мережею охоплена більша частина міста, тому стічні води стікають без очистки у річку Яблунька, притоку Стрия. Ще одна притока, Малинівка, перетворена у відкриту каналізацію. Туди зливають господарсько–побутові і виробничі стоки Самбора, оскільки у місті відсутні очисні споруди [2].

Люди зовсім не думають про довкілля – екологічна культура населення дуже низька. Наприклад, коли йдуть дощі, то у Стрий буквально стікає з усіх дворів гноївка. Екологи, які щороку проводять експедиції, знають не один факт такого недбальства. Скажімо, одного літа почистять джерела, а наступного у ньому знову повно сміття [60].

Смітники інколи влаштовують просто на берегах річок. Окрім різного мотлоху, туди навіть викидають трупи тварин [49]. Отож, за таких умов не потрібно проводити особливо ретельних досліджень, щоб зрозуміти, у якому екологічному стані перебувають річки [124].

Найбільшими забруднювачами Стрия є промислові підприємства і об'єкти житлово–комунального господарства. Особливо забруднюються водні об'єкти басейну солями амонію, нафтопродуктами, важкими металами [12].

Нераціональне використання води в усіх сферах людської діяльності привело до значних наслідків в цьому регіоні, паводки і повені набули катастрофічного характеру, що призводить до значних ушкоджень і руйнувань гідротехнічних споруд.

Однією із проблем також є налагодження ефективної системи екологічного контролю [15].

Отже, найбільш актуальні екологічні проблеми річки Стрий, що вимагають негайного вирішення [18]:

1. Надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти внаслідок екстенсивного способу ведення водного господарства привело до кризового зниження самовідтворюваних можливостей річок і виснаження водноресурсного потенціалу.

2. Стала тенденція до значного забруднення водних об'єктів внаслідок неврегульованого відведення стічних вод від населених пунктів, господарських об'єктів і сільськогосподарських угідь.

3. Використання відсталих технологій сільськогосподарського виробництва, низька ефективність комунальних очисних споруд, які призводять до забруднення води органічними і біогенними речовинами.

4. Недосконалість економічного механізму водокористування і реалізації водозахисних заходів.

5. Погіршення якості питної води в результаті незадовільного екологічного стану джерел питного водопостачання.

6. Недостатня ефективність існуючої системи управління охороною і використанням водних ресурсів внаслідок недосконалості нормативно–правової бази і організаційної структури управління.

7. Відсутність автоматизованої постійно діючої системи моніторингу стану річки Стрий, якості питної води і стічних вод в системах водопостачання і водовідведення населених пунктів і господарських об'єктів [57].

#### **1.4. Контроль за якістю вод**

Вода має важливе епідеміологічне значення у забезпеченні санітарного та епідемічного благополуччя населення. У разі потрапляння збудника захворювання в питну воду відразу інфікується значна частина населення, тому важливо своєчасно контролювати якість питної води за мікробіологічними та санітарно-хімічними показниками.

Суб'єкти моніторингу вод:

- Мінприроди – координатор;
- Держводагентство – моніторинг для пурб, ведення баз даних, оцінка станів; проведення вимірювань пріоритетних речовин (для екологічного стану);
- ДСНС – моніторинг гідроморфологічних, фізикохімічних, гідробіологічних показників;
- Держгеонадра – моніторинг хімічного стану та кількості підземних вод).

Відповідно до Водного кодексу України (стаття 16), Закону України “Про меліорацію земель” (стаття 16) та Положення про державну систему моніторингу довкілля на Держводагентство покладено :

○ здійснення моніторингу річок, водосховищ, каналів, зрошувальних систем і водойм у межах водогосподарських систем комплексного призначення, систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання;

○ водойм у зоні впливу атомних електростанцій;

○ поверхневих вод у прикордонних зонах і місцях їх інтенсивного використання;

○ зрошуваних та осушуваних земель, підтоплення сільських населених пунктів, прибережних зон водосховищ (переформування берегів і підтоплення територій).

Державна служба надзвичайних ситуацій у водах річок моніторить:

➤ біологічні показники: фітопланктон - біомаса об'ємна, біомаса за хлорофілом, кількість видів, кількість родин; мікрофітобентос (діатомові) - кількість видів, кількість родин, чисельність; судинні рослини - кількість видів, кількість родин, кількість поясів; проективне покриття водного дзеркала; частота зустрічальності інвазивних видів; частка проективного покриття за рахунок інвазивних видів; донні макробезхребетні - кількість видів, кількість

індикаторних груп, чисельність, біомаса, домінуючі види, види, що підлягають особливій охороні, види, що перебувають під загрозою зникнення, інвазивні види; риби - кількість видів, кількість видів, що підлягають особливій охороні, частота прилову інвазивних видів, розмірно-вікова та статева структура популяцій, кількість молоді “на скаті”;

➤ хімічні та фізико-хімічні – температура, розчинений кисень, мінералізація, питома провідність, електропровідність, водневий показник, біологічне споживання кисню, хімічне споживання кисню, нітроген загальний, нітроген амонійний, нітроген нітритний, нітроген нітратний, фосфор загальний, фосфор ортофосфатів;

➤ гідроморфологічні: гідрологічний режим, витрати води та їх динаміка, зв'язок з підземними водами, неперервність річки;

➤ морфологічні умови: - глибина річки та варіативність ширини, структура русла річки та донні відклади, структура прилеглої частини заплави.

Держводагентство веде моніторинг річок за такими показниками:

○ специфічні синтетичні забруднюючі речовини (пестициди, фармацевтичні препарати та інші речовини);

○ специфічні несинтетичні забруднюючі речовини (арсен, купрум, цинк, хром та інші речовини);

○ забруднюючі речовини згідно з переліком забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод, що затверджується Мінекоенерго;

○ усі зазначені хімічні та фізико-хімічні показники;

○ речовини, які можуть вплинути на якість питної води.

Нормативні документи у сфері водного господарства:

Закон України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» від 24.05.2012 № 4836-VI;

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 26.06.1991 № 1264-XII;

Водний кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР;

Постанова Кабінету Міністрів України «Про Порядок ведення державного моніторингу вод» від 20.07.1996 р. № 815;

Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» від 30.03.1998 № 391;

Закон України «Про меліорацію земель» від 14.01.2000 № 1389-XIV.

Моніторинг поверхневих вод здійснюється у 436 створах за 25-50 гідрохімічними показниками в залежності від потреб, ландшафтних особливостей та антропогенного навантаження на водні об'єкти. У 257 створах здійснюється радіологічний моніторинг за вмістом Cs- 137 та Sr-90.

Спостереження за якісним станом поверхневих вод здійснюються по всій території України на 182 річках, 72 водосховищах, 29 зрошувальній систем.

Перелік показників, які визначаються суб'єктами моніторингу вод, істотно відрізняється від рекомендованого ВРД (для проведення оцінки стану водного масиву). Спостереження здійснюються переважно за компонентами сольового складу та металів природних вод. Вміст пріоритетних забруднюючих речовин жодним із суб'єктів моніторингу не проводиться.

Відповідно до статті 21 Водного кодексу України державний моніторинг вод є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища України і здійснюється в порядку, що визначається Кабінетом Міністрів України (постанова Кабінету Міністрів України від 20 липня 1996 р. № 815) [138].

Системи моніторингу поверхневих вод як у США, так і в країнах ЄС зазнали суттєвих змін порівняно з попередніми системами.

Основа цих змін – перехід від чисто хімічного контролю до біологічного, заснованого на системі біоіндикації. Біологічний контроль – це оцінка стану водних об'єктів із використанням біологічних властивостей та інших прямих вимірювань біоти [49].

Основною причиною переходу на біологічний контроль є той факт, що суспільства водних організмів відображують сукупний вплив факторів середовища на якість поверхневих вод. Там, де критерії для визначення впливу

не існують (наприклад, вплив джерела забруднення поза пунктом спостереження, деградація середовища існування), суспільства можуть бути єдиними практичними засобами оцінки таких впливів. Відома міжнародна практика з контролю за станом суспільств виявляє, що він може бути відносно недорогим, порівняно з хімічним контролем.

У різних країнах існують і різні системи біоіндикації поверхневих вод, що адаптовані до умов регіону та його специфіки. Нині існують дві системи, що використовуються різними країнами, – це американська система RPBs (Rapid Bioassessment Protocols) та британська RIVPACS (River Invertebrate Prediction and Classification System).

Більшість положень (ВРД) стосовно ведення моніторингу водних об'єктів засновані на системах RPBs і RIVPACS. Для забезпечення співставлення результатів стану водних екосистем передбачається обов'язкове визначення таких біологічних показників як склад та чисельність водної флори, склад і чисельність донної безхребетної фауни, склад, чисельність і вікова структура рибної фауни.

Екологічні цілі, що висувуються до поверхневих вод, спрямовані на досягнення: 1 – поліпшення якості поверхневих вод; 2 – зміну екологічного потенціалу та хімічного складу штучних і сильно змінених водних об'єктів; 3 – повну відповідність усім нормам і вимогам, які повинні задовільнити охоронним зонам.

Слід наголосити, що згідно з ВРД, країни ЄС повинні досягати «доброї» якості води, а не природної. Там, де такий стан уже існує, його необхідно підтримувати. Якщо водні об'єкти піддаються настільки сильному впливу антропогенного характеру, а їх стан є таким, що досягнення доброго стану неможливе або занадто дороге, можуть бути встановлені менш суворі екологічні цілі на основі визначених критеріїв. Окрім того повинні бути запроваджені всі заходи для недопущення подальшого погіршення стану цих водойм [78].

Для отримання своєчасної, цілеспрямованої, значущої та надійної інформації про всі водні ресурси Європи Європейський тематичний центр

спостереження за внутрішніми водами ЄАНС має політичний мандат Ради Міністрів ЄС на створення об'єктивної, надійної і порівнянної інформації, використання якої дало б змогу Комісії, країнам-членам ЄС та широкій громадськості скласти думку про ефективність реалізованої політики та визначити потребу подальшого доопрацювання цієї політики. Мережа моніторингу охоплює країни ЄС, країни, що готуються до вступу в ЄС, інші країни, охоплені програмою Phare, і нові незалежні держави – загалом близько 44 країн.

Європейська водна рамкова директива тісно пов'язана з європейською системою EuroWaterNet, яка є системою послідовних періодичних спостережень, збору та обробки інформації про стан водних об'єктів, прогнозування можливих змін якості води та розробка науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень щодо покращення стану водних об'єктів.

Система EuroWaterNet – це процес, за допомогою якого країни ЄС отримують інформацію про водні ресурси (їх якість та кількість), необхідну їм для отримання відповідей на запитання споживачів. Вимоги EuroWaterNet до систем моніторингу поверхневих вод значно ширші, ніж у (ВРД). Передусім це стосується кількості станцій спостережень і типів об'єктів спостережень. За допомогою системи EuroWaterNet ЄАНС отримує інформацію про водні ресурси (їх якість та кількість) потрібну для відповідей на запитання їх клієнтів. Це може бути інформація про загальний стан річок, озер і підземних вод або конкретні проблеми (наприклад, вплив на водні ресурси, вміст біогенних елементів у воді або вплив кислотних дощів на водні ресурси Європи загалом). Мережу спроектовано так, що вона дає репрезентативну оцінку різним типам водних ресурсів і варіацій за ступенем впливу на них антропогенної діяльності в будь-якій окремій країні-учасниці чи загалом у зоні діяльності ЄАНС. Вона забезпечує порівняння однакових типів водних об'єктів. Потребу порівняти однотипні водні об'єкти задовольняють, використовуючи стратифіковану конструкцію, яка має ідентифіковані та визначені шари, що включають у себе однотипні водні об'єкти.

EuroWaterNet [7] має справу з інформацією про якість і кількість води і цілком відповідає вимогам, запропонованим ЄС Рамковою директивою з водної політики. Збереження, поширення та візуалізація даних, зібраних у рамках EuroWaterNet, здійснюється через базу даних з водних ресурсів ЄАНС. Нині EuroWaterNet є головним механізмом звітності для країн Європейської комісії, за допомогою якого здійснюється оцінка ефективності та дієвості європейських програм у галузі водних ресурсів.

У таблиці 1.4.1 подані показники, які використовуються в системі EuroWaterNet при оцінці якості поверхневих вод. Ці показники поділяються на основні (істотно важливі) і другорядні (корисні, але не істотно важливі). Дані за цими показниками становлять основу інформації, використовуваної для одержання відповіді на специфічні запитання й розв'язання конкретних проблем.

Таблиця 1.4.1

Перелік основних і другорядних показників для мережі річкових і озерних станцій моніторингу в EuroWaterNet [19]

Параметри - індикатори	Приклади індикаторів	Проблеми								
		EQ	AC	NS	TS	OP	WU	RA	PI	FL
Біологічні індикатори	Макробезхребетні, риби, макроліти, фітопланктон, хлорофіл	W	W	V	V	V	V	x	W	x
Описові параметри	Розчинений кисень, рН, лужність, провідність, температура, завислі речовини	V	W	V	V	W	W	x	V	V (ss)
Стік	Витрати, рівні	W	V	V	V	V	W	x	W	W
Гідроморо логія	Характеристик ареалу існування, структура русла, звивистість	W	x	x	x	x	x	x	W	x
Додаткові	Біохімічна та	V	W	V	x	W	V	x	x	x



параметри	хімічна потреба в кисні, загальний органічний вуглець, диск Secchi, фракції алюмінію									
Поживні речовини	Загальний і розчинний реактивний фосфор, нітрати, амоній, органічний азот, загальний азот	V	x	W	x	V	x	x	x	W
Головні іони	Кальцій, натрій, калій, магній, хлорид, сульфати, бікарбонати	x	W	x	x	V	x	x	x	x
Важкі метали	Кадмій, ртуть залежно від видів землекористування в басейні	x	x	x	W	V	x	x	x	W
Пестициди	Залежно від видів землекористування в басейні	x	x	x	W	V	x	x	x	W
Інші синтетичні і органічні речовини	ПАГ, ПХБ залежно від видів землекористування в басейні	x	x	x	W	V	x	x	x	W
Мікроби	Загальні та факельні коліформи, факельні стрептококи, сальмонела, ентеровіруси	x	x	x	x	W	V	x	x	x
Радіо-нукліди	Загальна альфа- та бета-	x	x	x	x	x	x	W		V

	радіоактивність, цезій 137									
--	-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Примітки. Розшифрування проблем екологічної якості: AC – окиснення водойм; NS – вміст поживних речовин; TS – токсичні речовини; OP – органічні забруднювачі; WU – водокористування та водозабезпеченість; RA – радіоактивність; Pl – фізичний вплив на водні об’єкти; FL – транскордонне надходження забруднювальних речовин. Розшифрування символів EQ – важливості параметрів і проблем:

W – ключові, першочергові параметри; V – важливі, але не ключові, другорядні; x – речовини неістотні; ss – завислі.

У цілому, принцип біотестування зводиться до оцінки достовірних відмінностей між дослідними (наявний токсикант) та контрольними зразками певного середовища. Однак інтегральна оцінка якості води методом біотестування не може замінити кількісний хімічний аналіз, хоч і доповнює його [32].

Цілісної системи моніторингу за якістю вод не сформовано, а контроль здійснюється вибірково. Тому наші дослідження є актуальними і доповнюють ці дані.

Долина Стрию пролягає переважно в горах Східних Карпат, виходить на Прикарпатську височину. Включала в себе 3 частини: гірську, передгірську та рівнинну.

Русло дуже звивисте, часто розгалужене. Ширина річки до 30 м у верхній течії і до 150 м на низинних ділянках. Середня глибина 0,5–1 м, максимальна – 2,5–2,8 м. Швидкість течії 0,1–2,0 м/с. У Карпатах річка має гірський характер і вузьку долину, по берегах ростуть хвойні та мішані ліси; у Передкарпатті має частково рівнинний характер.

Клімат – помірно–континентальний. Річна кількість опадів у середньому сягає 750–800 мм,

Найбільше опадів у літні місяці, найменше – взимку.

Найбільшими забрудниками басейну Дністра є промислові підприємства і об'єкти житлово–комунального господарства. Особливо забруднюються водні об'єкти басейну солями амонію, нафтопродуктами, важкими металами .

Існування малих ГЕС на річці Стрий – неприпустимо та економічно не виправдовує шкоду, яку завдає водній екосистемі.

Викривлення русел, створення умов для поширення водної ерозії ґрунтів, внаслідок чого вода забирає береги, підтоплюються населені пункти є наслідком інтенсивного відбору з русел річки гравію й піску та розробки родовищ валунно-гравійно-піщаних порід.

Однією із проблем є тони хімікатів невідомого походження на березі річки Стрий, за кілька десятків кілометрів від Львова. Хімікати спокійно

зберігаються практично у житловому масиві, на березі річки Стрий, а також хімічні речовини потрапляють у ґрунтові води .

Не менш небезпечними є змив хімічних добрив, що застосовуються в сільському господарстві на прилеглих територіях. Останнім часом людське недбальство призвело до того, що прибережні зони річок заповнили побутові відходи та пластик.

Смітники інколи влаштовують просто на берегах річок. Окрім різного мотлоху, туди навіть викидають трупи тварин. Отож, за таких умов не потрібно проводити особливо ретельних досліджень, щоб зрозуміти, у якому екологічному стані перебувають річки.

Вода має важливе епідеміологічне значення у забезпеченні санітарного та епідемічного благополуччя населення. У разі потрапляння збудника захворювання в питну воду відразу інфікується значна частина населення, тому важливо своєчасно контролювати якість питної води за мікробіологічними та санітарно-хімічними показниками.

Відповідно до статті 21 Водного кодексу України державний моніторинг вод є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища України і здійснюється в порядку, що визначається Кабінетом Міністрів України (постанова Кабінету Міністрів України від 20 липня 1996 р. № 815)

Системи моніторингу поверхневих вод як у США, так і в країнах ЄС зазнали суттєвих змін порівняно з попередніми системами.

Основа цих змін – перехід від чисто хімічного контролю до біологічного, заснованого на системі біоіндикації. Біологічний контроль – це оцінка стану водних об'єктів із використанням біологічних властивостей та інших прямих вимірювань біоти.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для якісної та кількісної оцінки поверхневих вод річки Стрий, перш за все необхідно сформулювати суть та гіпотезу дослідження. Причиною дослідження вод саме цієї річки стало її важливе значення у житті людей, які п'ють воду з цієї річки. Ця річка є об'єктом також державного моніторингу, який проводиться згідно програми, до якої належить ця річка.

У своєму дослідженні я використовувала багато різних груп методів: фізичні, хімічні, біологічні. Результати обов'язково опрацьовувати статистично та порівнювати з значеннями ГДК або значеннями контрольного зразка, а вже опісля робити чіткі висновки про якісні чи кількісні характеристики.

#### 2.1. Мета, завдання та об'єкт дослідження

Метою роботи є оцінка екологічного стану вод річки Стрий на основі біотестування та еколого-гідрохімічного аналізу, встановлення наявної і потенційної небезпеки техногенного навантаження на цій ділянці.

Об'єкт дослідження – поверхневі води р. Стрий в межах Турківської та Сколівської ОТГ.

Предметом дослідження: оцінка основних гідрохімічних показників води річки Стрий, проведення біотестування, визначення індексу фітотоксичності.

Для досягнення цієї мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- вивчити фізико-географічні умови та екологічну ситуацію р. Стрий;
- вивчити основні джерела забруднення поверхневих вод річки;
- провести гідрохімічний аналіз зразків води р. Стрий та визначити їх значення;
- провести біотестування зразків води р. Стрий та визначити їх фітотоксичність;
- оцінити екологічний стан р. Стрий.

Наукова новизна: вперше досліджено стан поверхневих вод р. Стрий в межах Турківської та Сколівської ОТГ за допомогою гідротехнічних показників

та за допомогою методу біотестування, оцінено її екологічний стан та підсумовано актуальні перспективи розвитку.

Практичне значення: результати проведених нами досліджень можуть бути використані для інформування населення про стан водних ресурсів р. Стрий для покращення стану та розробки заходів очищення вод.

## 2.2. Суть і гіпотеза дослідження

Оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості води водних об'єктів. Для оцінки поверхневих вод використовують різні методи. Спостереження за якістю води ведуть за визначеними видами програм, які вибирають залежно від категорії пункту контролю [22].

Періодичність проведення контролю за гідробіологічними і гідрохімічними показниками встановлюють відповідно до категорії пункту спостережень. При виборі програми контролю враховують цільове використання водойми (водотоку), склад стічних вод, що скидаються, вимоги споживачів [90].

Суть проведеного дослідження полягає у визначенні гідрохімічних показників, а саме органолептичних властивостей води, рівня рН, вмісту хлоридів, біогенного забруднення нітрат– та нітрит– іонами, вмісту іонів амонію у воді та мінералізації, фітотоксичності та цитогенезу [77].

Органолептичними показниками називаються такі властивості води, які можуть бути визначені за допомогою органів відчуття дослідника та за зовнішнім виглядом проби води. Відпрацьована техніка і дослід дадуть змогу візуально визначити такі показники води, як колір, запах, прозорість, каламутність, домішки [83].

Хлорид–іони зумовлюють солоність морської та океанічної води а також солоних озер. Хлориди і сульфати – це одні з найпоширеніших аніонів в складі води, більшість таких неорганічних сполук є повністю розчинними у воді.

При систематичному споживанні хлориди можуть викликати порушення в роботі сечостатевої системи та, як наслідок, набряки. Вони у свою чергу призводять до підвищеного тиску і проблем серцевосудинної системи [101].

Сульфати є причиною неприємного гірко–солоного присмаку води, вони можуть викликати подразнення слизової шлунково–кишкового тракту, деякі мають проносний ефект, наприклад, сульфат магнію є одним з поширених проносних засобів з швидким ефектом.

Невелика частина молекул води дисоційована на водневі та гідроксильні іони. У хімічно чистій воді молярна концентрація цих іонів однакова і складає при 25°C –  $10^{-7}$  моль/л. Отже, величина утворення обох концентрацій дорівнює  $10^{-14}$ . Це утворення зберігає постійну величину і в присутності речовин, при дисоціації яких утворюються водневі та гідроксильні іони. Тому цілком достатньо визначити концентрацію одного з них. Переважно визначають водневі іони [92].

Оскільки концентрація водневих іонів, тобто активна реакція середовища може мати найрізноманітніші значення і відрізнятися на декілька порядків, прийнято виражати її величиною рН, яка є десятковим логарифмом концентрації іонів гідрогену

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$$

У воді питних водопроводів значення рН повинне знаходитися в межах 6,5–8,5. рН менше ніж 6,5 говорить про кисле середовище, що в тривалій перспективі може негативно позначатися на роботі шлунково–кишкового тракту, лужної (понад 8,5) може викликати залуговування організму і що впливаючі проблеми [54].

У поверхневих водах нітриту знаходяться в розчиненому вигляді. У кислих водах можуть бути присутнім невеличкі концентрації азотистої кислоти ( $\text{HNO}_2$ ) не дисоційованої на іони. Підвищений вміст нітритів вказує на посилення процесів розкладання органічних речовин в умовах більш повільного окислення  $\text{NO}_2^-$  в  $\text{NO}_3^-$ , що вказує на забруднення водного об'єкта, тобто є важливим санітарним показником [71].

Концентрація нітритів у поверхневих водах складає соті, а ,іноді, навіть тисячні частки міліграма в 1  $\text{дм}^3$ ; в підземних водах концентрація нітритів звичайно вище, особливо у верхніх водоносних горизонтах.

Сезонні коливання вмісту нітритів характеризуються відсутністю їх зимою і появою навесні при розкладанні неживої органічної речовини. Найбільша концентрація нітритів спостерігається наприкінці літа, їхня присутність пов'язана з активністю фітопланктону – встановлена здатність діатомових і зелених водоростей відновлювати нітрати до нітритів. Восени вміст нітритів зменшується [126].

Присутність нітратних іонів у природних водах пов'язано з [63]:

- внутрішніми процесами у водоймі – нітрифікації амонійних іонів при участі кисню під дією нітрифікуючих бактерій;
- атмосферними опадами, що поглинають оксиди азоту, що утворюється при атмосферних електричних розрядах, (концентрація нітратів в атмосферних опадах досягає 0.9 – 1 мг;
- промисловими і господарсько–побутовими стічними водами особливо після біологічного очищення, коли концентрація досягає 50 мг/дм<sup>3</sup>;
- стоком із сільськогосподарських угідь і зі стоками води зі зрошуваних полів, на яких застосовуються азотні добрива.

Головними процесами, спрямованими на зниження концентрації нітратів, є споживання їх денітрифікуючими бактеріям і фітопланктоном, що при недостатчі кисню використовують кисень нітратів для окислювання органічних речовин [13].

У поверхневих водах нітрати знаходяться в розчиненій формі. Концентрація нітратів у поверхневих водах схильна до сезонних коливань: мінімальна у вегетаційний період, вона збільшується у восени (сезон, коли були відібрані проби води) і досягає максимуму зимою, коли при мінімальному споживанні азоту відбувається розкладання органічних речовин і перехід азоту з органічних форм у мінеральні [107].

Аміак і амоній, що міститься в воді – дві форми азотних сполук. Їх ще називають загальним амонійний азотом. Джерела такого роду забруднення середовища – розчинені у воді азотовмісні речовини, аміак і солі [38].

Постійне вживання води з надмірною концентрацією амонію (аміаку) призводить до цілого ряду захворювань [76]:



- серйозних порушень в репродуктивній системі;
- порушень нервової системи;
- хвороб печінки, нирок і легень;
- підвищення артеріального тиску;
- порушень кислотно–лужного балансу.

Одним із важливих показників фізіологічної повноцінності мінерального складу (ФПМС) питної води є величина її мінералізації, тобто загального вмісту мінеральних речовин, яка виражається у вигляді суми іонів, всіх мінеральних компонентів або сухого залишку (кількість органічних речовин у сухому залишку звичайно не більше 10%, тому цей показник характеризує загальну мінералізацію питних вод) [37].

Встановлення залежності між ступенем мінералізації питних вод і станом здоров'я населення є актуальною задачею, оскільки значна частина поверхневих і підземних джерел питного водопостачання урбанізованих територій України не відповідають вимогам фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод [27].

Біотестування — це експериментальне визначення, оцінка дослідним шляхом впливу факторів (фізичних, хімічних, фізико–хімічних) або групи шкідливих факторів на живі організми шляхом реєстрації змін того чи іншого біологічного показника (фізіологічного, біохімічного, цитогенетичного тощо), що спостерігається в піддослідному тест–об'єкті (індикаторі) у порівнянні з контрольним у чітко заданих (тобто, стандартних лабораторних) умовах.

Біотестування також виявляє реакцію організму на певний вид забруднення. Воно допомагає коригувати розрахунки ГДК забруднювачів у стічних водах тоді, коли їх розбавлення у водному об'єкті не забезпечує допустимого рівня [28].

## **2.3. Методи дослідження**

**2.3.1. Визначення органолептичних властивостей води.** Використання інструментальних методів робить визначення кольору і каламутності води

більш точним, однак традиційні методики продовжують залишатися затребуваними [46].

Ступінь прозорості води визначається висотою стовпа рідини в см, крізь, який виразно видно спеціальний шрифт Снеллена з лініями 0,5 –1 мм і висотою 2 мм. Річкові води мають прозорість приблизно 25 см.

Запах води викликають леткі речовини, що пахнуть – продукти біохімічного розкладання органічних речовин, метаболізму гідробіонтів, компонентів стічних вод. Запах встановлюється при 20– 25°C і 60°C. Окрім природних запахів, для сучасних вод характерні запахи штучного походження, наприклад, бензиновий, камфорний, фенольний, хлоридний; які класифікуються як хімічні і лікарські запахи. Інтенсивність запаху визначається за п'ятибальною шкалою [20].

Таблиця 2.2.1

Державні санітарні норми (ДСанПіН 2.2.4–171–10), затверджені наказом МОЗ від 12.05.2010 № 400 та зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747.

Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для водопровідної води
Органолептичні властивості		
Запах	бали	$\leq 2$
Прозорість	см	$\leq 30$

Досліджувану воду наливають до висоти 30 см у циліндр з плоским дном. Циліндр встановлюють на підставці над спеціальним шрифтом. Згори крізь шар води, розглядаючи шрифт в прохідному світлі, його читають, доливаючи або відливаючи воду. Максимальний стовпчик якої дає змогу відрізнити шрифт. Отримана висота характеризує прозорість проби води. 100 мл досліджуваної води при 20°C наливають до широкогорлої колби закривають притертою пробкою, ретельно струшують, відкривають і визначають характер та інтенсивність запаху. Нагрівають 100 мл води до 60–65°C і також аналізують запах [33].

**2.3.2. Визначення рН води.** Активну реакцію води визначають, зазвичай, потенціометричним методом (рН–метром рН-150МИ) за допомогою скляного електрода. Перед початком роботи слід налаштувати іономір за різницею відомих рН буферних розчинів. Буферні розчини готуються з рекомендованих реактивів для рН–метрії. Використовують реактиви у вигляді стандарт – титрів, що розраховані на приготування 1000 мл буферного розчину. Якщо при зануренні електродів у розчин, показник не збігається зі значенням буфера, тоді потрібно покрутити калібрувальною викруткою рН–метр до тих пір, поки значення не стане потрібним. Для проведення подальшого калібрування потрібно слідувати інструкції, що додається до приладу. Буферні калібрувальні рідини повинні бути захищені від попадання вуглекислого газу з повітря. Їх слід зберігати в щільно закритій упаковці [89].

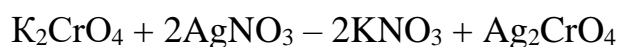
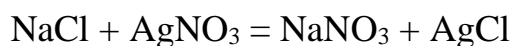
Розпочати роботу необхідно з настроювання іономіра за різницею відомих рН буферних розчинів.

У хімічний стаканчик наливають досліджувану воду і проводять вимірювання рН за результатами потенціометра. Перед кожним зануренням у досліджувану воду електроди необхідно ретельно промити дистильованою водою і видалити з них надлишок води фільтрувальним папером. Електроди повинні бути занурені у досліджуваний розчин на глибину не менше як 2 см. Виконання цього досліду відображено у Додатку 2.

При вимірюванні рН розчинів, температура яких відрізняється від кімнатної, необхідно застосовувати автоматичну температурну компенсацію, або при кожному вимірюванні вказувати температуру досліджуваного розчину. Величину рН слід визначати після того коли значення показника стабілізується [58].

**2.3.3. Визначення хлоридів у воді (метод Мора).** Кількісне визначення хлорид іонів виконується титриметричним методом, з використанням в якості титранта нітрату аргентуму  $\text{AgNO}_3$ , 1 мл якого осаджує 1 мл хлорид іонів. Титриметричний метод Мора базується на осадженні хлорид–іонів розчином нітрату аргентуму  $\text{AgNO}_3$ , за наявності калій хромату  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , як індикатора. Під час титрування  $\text{AgNO}_3$ , спочатку утворюється осад  $\text{AgCl}$  білого кольору. Коли

всі хлорид-іони будуть осаджені, при подальшому добавлянні утворюється цегляно-червоний осад аргентум хромату  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  [20].



Одночасно з хлоридами визначаються і броміди та йодиди [20].

У конічну колбу помістити 10 г біхромиту калію та довести дистильованою водою до позначки 100 мл.

В конічну колбу для титрування носять 25 мл аналізованої води і доводять дистильованою водою до 100 мл, 1 мл 10% :  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  титрують розчином  $\text{AgNO}_3$  до появи цегляно-червоного осаду. Аналогічно виконують контрольний дослід із 100 мл дистильованої води. Виконання дослідів відображено у Додатку 3.

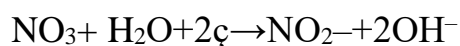
Масову концентрацію хлорид-іонів  $X$  обчислюють за формулою [91]:

$$x = \frac{(a - b) \cdot C \cdot 35.5 \cdot 1000}{V} \text{ мг } ,$$

л

де  $a$  і  $b$  – відповідно об'єм витраченого розчину  $\text{AgNO}_3$ , а титрування проби і дистильованої води, мл;  $C$  – молярна концентрація розчину  $\text{AgNO}_3$ , моль/л; 35.5 – еквівалент  $\text{Cl}$ ;  $V$  – об'єм проби, взятий для аналізу, мл.

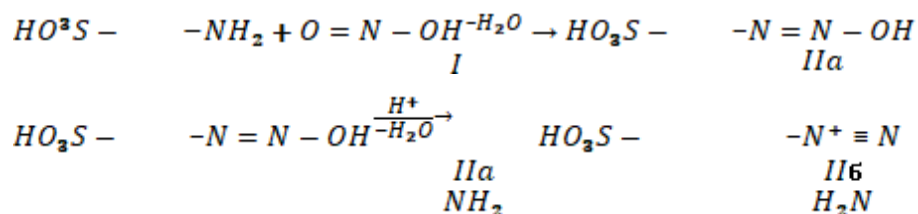
**2.3.4. Визначення біогенного забруднення нітрат- та нітрит-іонами води.** Суть методу визначення нітратів є відновлення нітратів до нітритів за реакцією:



Подальше визначення нітрит-іонів,  $U$  якості відновника використовують металевий кадмій:  $2\text{Cd} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$  [70].

Для визначення нітритів застосовують фотоелектроколориметричний метод. Основою методу є забарвлення різної інтенсивності залежно від концентрації нітриту під дією реактиву Грісса-Ілосвая. Рожеве забарвлення є характерним для хромофорів, що утворюються під дією реактиву Грісса-Ілосвая [152]. Ці хромофори – діазосполуки, що характеризуються наявністю в молекулі азогрупи  $-\text{N} = \text{N}-$ , яка зв'язує ароматичні або гетероциклічні сполуки

між собою. І стадія це діазотування сульфанілової кислоти (I) нітритами, а на II-ій стадії відбувається діазосполуки (IIб) з  $\alpha$ -нафтиламіном в орто- або пара-положенні. Хімізм процесу виражається рівняннями [31]:



Інтенсивність забарвлення при дії індикатора отриманого розчину оцінюється величиною оптичної густини D, знятої на фотоелектроколориметрі. Концентрацію нітрит-іонів знаходять за калібрувальним графіком, попередньо побудованим для приготовлених розчинів заданої концентрації. Метод є надзвичайно чутливим – 0,5 мкг NO<sub>2</sub>/л, а при визначенні нітратів – 2 мкгN/л у воді [29].

За відомою залежністю, що виражається законом Ламберта–Гугера–Бера, можна визначити концентрацію речовини, вимірявши інтенсивність світлового потоку, що пройшов крізь розчин [43]:

$$I = I_0 \cdot 10^{-kcl},$$

де I – інтенсивність світлового потоку, що пройшов крізь розчин; I<sub>0</sub> – інтенсивність падаючого світлового потоку; k – молярний показник поглинання, стала, що є характеристичною величиною для цієї сполуки і залежить від довжини хвилі джерела випромінювання, м<sup>2</sup>/моль; c – концентрація розчину; l – товщина поглинаючого шару, зазвичай ширина кювета, у якій проводиться визначення.

Фізичний зміст закону Ламберта–Бугера–Бера полягає в тому, що світло поглинання для розчинів тієї ж самої речовини при однаковій його концентрації і товщині шару розчину однаковим. Після логарифмування і деяких математичних перетворень рівняння  $I = I_0 \cdot 10^{-kcl}$  набуває вигляду [42]:

$$\lg I = \lg I_0 - kcl, \text{ тобто } \lg(I_0/I) = kcl,$$

оскільки відношення  $\lg(I_0/I) = D$  називається оптичною густиною, то  $D = kcl$ , тобто оптична густина є прямо пропорційною концентрації певної забарвленої речовини і товщині шару розчину. Використовуючи спеціальні прилади –

спектрофотометри і фотоелектроколориметри, можна виміряти оптичну густину  $C$  розчину і за цією величиною визначити концентрацію речовини [20].

Зі стандартного розчину піпеткою відбирають 1 мл, вміщують його в мірну колбу місткістю 100 мл і доводять до риски дистильованою водою.

У 6 мірних колбочок (ка 50 мл) вносять 0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2 мл робочого розчину, доводять до риски дистильованою водою. Додають до кожної колби і до проби води по 0,4 мл реактиву Грісса–Ілосвая, закривають пробкою і ретельно перемішують. Розчин у «нульовій» колбі (дистилят + індикатор) служить у якості порівняльного при вивченні оптичної густини і заливається в кювету порівняння: величина його оптичної густини автоматично віднімається від оптичної густини еталонних розчинів або проби, і цифрове показання  $D$  висвічується на електронному табло приладу. Це відображено у Додатку 4.

Через 30 – 40 хв після появи забарвлення вимірюють оптичні густини усіх розчинів і досліджуваної проби на спектрофотометрі СФ–2000 в кюветі довжиною 2 см із зеленим світлофільтром ( $\lambda=540$  нм) (Додаток 5), результати заносять до таблиці.

Побудову калібрувального графіка здійснюють у координатах  $D=f(C_N)$  або  $D=f(C(\text{NO}_2))$  і визначають за калібрувальним графіком концентрацію нітритного Нітрогену (або нітрит–іонів) у пробі води. Їхні масові концентрації обчислюють за формулою:

$$C_N(\text{NO}_2^-) = c \cdot 1000 / V, \text{ мг/л,}$$

де  $c$  – кількість  $N$  або  $\text{NO}_2^-$  за графіком;  $V$  – об'єм проби.

Виходячи з отриманих результатів, розрахувати вміст  $\text{NO}_3$  у воді і порівняти усі дані з ГДК нітрат–, нітрит–іонів та з лімітуючим показником нітрогену [69].

**2.3.5. Визначення іонів амонію у воді.** Іони амонію потрапляють в довкілля різними шляхами та створюють небезпеку для навколишнього середовища у разі перевищення їхньої 33 концентрації за значення ГДК. Видалення амонійного азоту як із природних, так і зі стічних вод, до сьогодні

залишається однією із серйозних проблем, відсутність ефективного розв'язання якої негативно впливає на екологічний стан природних водних ресурсів [41].

Основним джерелом надходження іонів амонію у водні об'єкти є тваринницькі ферми, господарсько–побутові стічні води, поверхневий стік із сільськогосподарських угідь під час використання амонійних добрив, а також стічні води підприємств коксохімічної, лісохімічної і хімічної промисловості, які містять  $\text{NH}_4^+$  в концентраціях, що значно перевищують ГДК. У природних водних джерелах уміст азоту інколи перевищує 10–15 ГДК. За існуючими нормами, у воді, яка призначена для скиду у поверхневі води, концентрація  $\text{NH}_4^+$  не повинна перевищувати 0,5 мг/л. Наявність  $\text{NH}_4^+$  в концентраціях, які перевищують ГДК, призводить до процесу евтрофікації. У результаті бурхливого розвитку водоростей різко зменшується вміст розчиненого у воді кисню, порушуються процеси самоочищення, що призводить до загибелі флори та фауни [62].

Сезоні коливання концентрацій іонів амонію у воді характеризуються зазвичай зниженням її навесні та в період інтенсивної діяльності фітопланктону та підвищенням влітку за умови процесу бактеріологічного розпаду органічних речовин. У осінньо–зимовий період підвищений вміст іонів амонію пов'язаний з продовженням розпаду органічної речовини. Підвищений вміст іонів амонію вказує на погіршення якості води. ГДК становить 2 мг/л.

Кількісне визначення іонів амонію проводять фотоколориметричним методом на спектрофотометрі СФ–2000. Попередньо будується градуювальна крива залежності оптичної густини розчину від концентрації іонів амонію [20]. До 0,095 г солі  $\text{NH}_4\text{Cl}$  розчиняють у 50 мл дистильованої води. Готують розбавлення мл розчину №1 у 50 мл дистильованої води. До 10 мл досліджуваної води додають 0,2 мл сегнетової солі, 0,2мл реактиву Неслера та вміст перемішують. Через 10 хв колориметрують у кюветі на 2 см при довжині хвилі 425 нм. Уміст іонів амонію визначають за градуювальною кривою [85].

**2.3.6. Визначення мінералізації води.** Мінералізація води – це кількість розчинених у ній мінеральних речовин, яка виражається або загальною мінералізацією, або сухим залишком, або густиною. Загальна мінералізація є сумою компонентів мінеральних речовин, визначених за допомогою аналізів [65]. Сухий залишок отримують при випаровуванні певного об'єму води, висушуванні з подальшим гравіметричним визначенням. Загальну мінералізацію і сухий залишок виражають для прісних і солонуватих вод у мг/л, г/л, для розсолів – у г/л або г/кг. Одиницею останнього способу виразу концентрації є проміле (від лат. pro mille – за тисячу), 1 ‰ – тисячна частка числа [21].

Мінералізація природних вод, що визначає їхню питому електропровідність, змінюється в широких межах. Більшість рік має мінералізацію від декількох десятків міліграмів у літрі до декількох сотень. Їхня питома електропровідність варіює від 30 мг/л до 1500 мг/л [25].

Розпочати роботу необхідно з настроювання Кондуктометра AD310 ADWA для обрахування величини мінералізації.

У хімічний стаканчик наливають досліджувану воду і проводять вимірювання мінералізації. Перед кожним зануренням у досліджувану воду електроди необхідно ретельно промити дистильованою водою і видалити з них надлишок води фільтрувальним папером. Електроди повинні бути занурені у досліджуваний розчин на глибину не менше як 2 см. Величину мінералізації слід визначати після того коли значення показника стабілізується.

**2.3.7. Біотестування.** До методів ведення моніторингу відноситься біологічний метод, що базується на використанні біоіндикаторів. Біологічні індикатори (біоіндикатори) – види, групи видів або суспільство живих організмів, за наявністю, ступеню розвитку, зміною морфологічних, генетичних, біохімічних та інших ознак яких судять про стан, специфічні особливості і якості навколишнього середовища та його компонентів, про антропогенні зміни довкілля. В тому числі про склад ґрунту, присутність корисних копалин, забезпеченість території мікроелементами, вологою,



поживними речовинами, про наявність, склад і концентрації в середовищі забруднюючих речовин [75].

Біоіндикація – це оцінка якості середовища існування і його окремих характеристик по стану його біоти в природних умовах. Живі організми чуйно реагують на комбіновану дію токсикантів, що надходять до екосистеми, яку важко оцінити за результатами хімічного аналізу. Біоіндикація, відображаючи рівень забрудненості екотоксикантами, дає інформацію про стан екосистеми в цілому. Серед біологічних індикаторів доцільно розрізнити біоіндикатори рівня забруднення і біоіндикатори стану екосистеми. [95]

Біоіндикатори рівня забруднення являють собою організми–концентратори. В них відбувається інтенсивне накопичення (концентрація) певних поллютантів [127]. У цьому випадку оцінку забрудненості середовища існування (і біологічної доступності токсикантів) здійснюють за відкликом організмів, що відображається в певних фізіологічних реакціях і в накопиченні токсикантів в певних органах і тканинах.

Біоіндикатори стану екосистем здавна використовуються людиною: в районах з підвищеною сейсмічною активністю поведінка домашніх тварин (кішок, собак) допомагає передбачити виникнення землетрусів та виверження вулканів. Велика кількість в травостої кінського щавлю, осоки, лютикових свідчить про значну кислотність ґрунтів. Біоіндикатори стану найбільш повно і адекватно відповідають кінцевим завданням екологічного моніторингу. Вважається, що індикаторний організм стає монітором, якщо може слугувати як для якісної, так і для кількісної оцінки стану середовища існування або екосистеми. Наприклад, молоді рослини тютюну дуже чутливі до присутності у повітрі фітооксидантів – озону та органічних пероксидантів: ступінь зміни пігментації листків лінійно залежить від утримання у повітрі цих токсикантів. Таким чином, використовуючи рослини тютюну, можна зробити висновок про виникнення і ступінь важкості „смогової ситуації”. [102]

В системі контролю стану природних середовищ і екосистем важливу і самостійну роль грає біотестування. Суть цього методу полягає у визначенні дії токсикантів на спеціально обрані організми в стандартних умовах з реєстрацією

різних показників: поведінка тест–об’єктів, їх фізіологічний стан та біохімічний склад. Біотестування широко застосовують для контролю якості природних та токсичності стічних вод, при проведенні екологічної експертизи нових технологій очищення стоків, при обґрунтуванні нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих компонентів.

Застосування біотестування має ряд переваг перед фізико–хімічним аналізом: не завжди вдається виявити нестійкі сполуки або кількісно визначити ультрамалі концентрації екотоксикантів фізико–хімічним методом [26]. Доволі часто відбуваються випадки, коли виконаний сучасними заходами хімічний аналіз не виявляє наявності токсикантів, в той час як використання тест–об’єктів свідчить про їх присутність у дослідному середовищі. Біотестування дає можливість отримати інтегральну оцінку токсичності, що робить дуже привабливим його застосування при дослідках. На відміну від біоіндикаторів (однією з головних вимог до яких є толерантність), тест–об’єкти звичайно обирають серед видів, найбільш чутливих до забруднюючих компонентів. По–друге, вплив токсиканта на тест–об’єкт повинний викликати у відповідь реакцію, аналогічну або близьку до реакцій лабораторних тварин. Знання механізмів специфічної токсичної дії дозволяє послабити або підсилити дію токсиканта за допомогою спеціально підібраних фармакологічних засобів [142].

Для біотестування використовують бактерії, водорості (у тому числі за ступенем зустрічаємості, по співвідношенню живих та мертвих клітин), вищі рослини, молюски, п’явки, риби (головним чином на ранніх стадіях розвитку) та інші організми [52]. Кожний з цих об’єктів має свої переваги і межі, та ні один з організмів не може бути універсальним „тестером”, однаково чуттєвим до всіх забруднюючих речовин. Проте недоцільно нескінченно розширювати коло біологічних тест об’єктів [143].

Біотестування було проведено за методикою А. Горової [3]. Як тест–культури використовували корінці цибулі звичайної (*Allium sera*). Цей тест оцінює лише водорозчинні компоненти досліджуваного зразку води. Він є простим у проведенні і чутливим щодо визначення загальної токсичності води. Показником токсичності виступає пригнічення росту коренів *Allium sera* L.,

оскільки встановлено, що ріст корінців пригнічується при більш низьких концентраціях токсиканту, ніж проростання рослин [14].

Для аналізу використовувалися 10 цибулин звичайної цибулі *Allium* *sepa* L. розміром в діаметрі 1,5 см. Для підготовки цибулин до експерименту неочищені цибулини були зібрані у банку з чистою водою. Далі кожен цибулину гострим ножом очистили від зовнішньої луски [24]. Для кожного досліджуваного варіанту були підготовлені по 10 пробірок на штативі з водою яка досліджується і на кожен з пробірок розташували по одній цибулині таким чином, щоб денце торкалося рідини в пробірці (Додаток 9). Кожну добу воду в пробірках міняли на нову. Після двох діб експерименту з кожного варіанту були відкинуті по 2 цибулини з особливо короткими корінцями. Довжину коренів цибулі звичайної вимірювали за допомогою лінійки на 4, 7 та 10 доби спостережень. Розраховували середній показник для кожного тест-об'єкта. Результати обробляли статистично та перевіряли на достовірність [150].

На основі отриманих даних розраховували індекс фітотоксичності за формулою: [41]

$$T = \frac{I_k - I_0}{I_k} \cdot 100\%$$

де T – індекс фітотоксичності проби;  $I_k$  – величина тест-реакцій у контрольній пробі;  $I_0$  – величина тест-реакцій у досліджуваній пробі.

Для порівняння токсичності за ростовим тестом фітоіндикатора використовують шкалу рівнів фітотоксичності (табл. 2.2.2).

Таблиця 2.2.2

Рівні фітотоксичності вод [23]

Рівні пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект), %	Рівень токсичності
0–20	Відсутність або слабкий рівень
20,1–40	Середній рівень
40,1–60	Вище середнього рівня
60,1–80	Високий рівень
80,1–100	Максимальний рівень

## 2.4. Схема та район дослідження

Річка Стрий бере початок в Українських Карпатах, між північно–західними схилами гори Явірник, що на Верховинському вододільному хребті та південно–східною частиною хребта Бердо. Вона протікає спершу на захід, далі – на північ, північний схід, схід та південний схід, у середній і нижній течії – переважно на північний схід, у пригірловій ділянці – на схід. Впадає у Дністер за 10 км на схід від м. Жидачів. Найбільша притока – Опір. Інші притоки – Сможанка, Гуснянка, Либохора, Гнила, Ропи, Завадка, Яблунька, Ясінка, Східничанка, Рибник, Крушельниця, Стинавка, Жижави, Тейсарівка. У відповідності до умов акумулювання підземних вод в щілинному просторі гірських порід та закономірностей їхнього руху, басейн р. Стрий локалізований у межах двох великих гідрогеологічних одиниць – гідрогеологічної зони Східних Карпат та Передкарпатського артезіанського басейну, на ділянці з мінімальними техногенними змінами якості підземних вод [94].

Довжина річки 232 км, площа басейну 3060 км<sup>2</sup>. Похил річки 3,2 м/км. Русло дуже звивисте, часто розгалужене. Ширина річки до 30 м у верхній течії і до 150 м на низинних ділянках. Середня глибина 0,5–1 м, максимальна – 2,5–2,8 м. Швидкість течії 0,1–2,0 м/с. У Карпатах річка має гірський характер і вузьку долину, по берегах ростуть хвойні та мішані ліси; у Передкарпатті має частково рівнинний характер. Заплава в середній і нижній течії двобічна, у долинах подекуди заболочена. Річка має змішане снігово–дощове живлення, а тому рівневий режим залежить від випадання дощів, особливо злив, сніготанення під час відлиг зимою та сходження снігового покриву весною [86].

Клімат – помірно-континентальний. У Стрию в середньому налічується на рік всього 50 сонячних днів, 150 хмарних і 165 днів із перемінною хмарністю. За рік випаровується 560 мм вологи, на що витрачається понад 30 ккал/см<sup>2</sup>. Середньорічна температура повітря дорівнює +5,2–8,0°C. Найвища середня температура липня – +18,0° С, в окремі дні температура доходить до +37° С. Річна кількість опадів у середньому сягає 750–800 мм, найбільше опадів у літні місяці, найменше – взимку [32].

Для екологічної оцінки річкових вод досліджуваної території восени були відібрані 3 проби річкової води. Зразки вод з річки Стрий відбирали в селі

Ільник (Турківська ОТГ), поблизу міста Турка та у селі Верхнє Синьовидне (Сколівська ОТГ).

Досліджувана територія охоплює гірську частину річки Стрий, тут переважає сільська місцевість та не багато викидів, проте тут розташована єдина на цій річці ГЕС. Дана територія мало була досліджена і потребує детального аналізу.

Перелік місць відбору проб (Додаток 13) :

Проба №1. р. Стрий с. Ільник, Турківська ОТГ (Додаток 6). Місце вибрано не випадково, адже проба взята у місці, де безпосередньо відбувається активна людська діяльність: скиди твердих побутових відходів, відходів тваринництва та каналізації від будинків.

Проба №2. р. Стрий нижче впадіння притоки Яблунька, поблизу міста Турка (Додаток 7). Це місце знаходить за кількасот метрів від впадання річки Яблунька, у яку скидуються комунальні та побутові відходи міста Турка та всіх сіл, що знаходяться на її березі. Також кілька кілометрів нижче місця відбору проби знаходить водосховище Явірської ГЕС, яке піддається сильній евтрофікації, і де майже відсутня риба.

Проба №3. р. Стрий нижче впадіння притоки Опір, село Верхнє Синьовидне , Сколівська ОТГ (Додаток 8). Це місце знаходиться у селі, яке є рекреаційно привабливим за рахунок гірської місцевості і малозмінених ландшафтів. Також неподалік цього місця планували будівництво ГЕС.

*Таблиця 2.3.1*

Схема досліджень

Назва проби	Місце відбору	Пора року
Проба №1	р. Стрий с. Ільник, Турківська ОТГ	Осінь
Проба №2	р. Стрий нижче впадіння притоки Яблунька, поблизу міста Турка	Осінь
Проба №3	р. Стрий нижче впадіння притоки Опір, село Верхнє Синьовидне	Осінь

Проби з ріки відбирались у кожній точці вище за течією, де відбувалось повне змішання вод. У зв'язку з тим що забруднення може бути нерівномірним проби відбирались у місцях максимально бурхливої течії, де потоки добре перемішуються.

Оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості води водних об'єктів. Для оцінки поверхневих вод використовують різні методи. Спостереження за якістю води ведуть за визначеними видами програм, які вибирають залежно від категорії пункту контролю .

Суть проведеного дослідження полягає у визначенні гідрохімічних показників, а саме органолептичних властивостей води (прозорість та запах), рівня рН (за допомогою рН-метра), вмісту хлоридів (методом Мора), біогенного забруднення нітрат- та нітрит- іонами (за допомогою відовлення нітратів до нітритів та фотоелектроколориметричного методу), вмісту іонів амонію у воді (фотоколориметричним методом), мінералізації та фітотоксичності.

Для екологічної оцінки річкових вод досліджуваної території восени були відібрані 3 проби річкової води. Зразки вод з річки Стрий відбирали в селі Ільник (Турківська ОТГ), поблизу міста Турка та у селі Верхнє Синьовидне (Сколівська ОТГ).

## РОЗДІЛ 3

### ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА СТАН РІЧКИ СТРИЙ

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, 80 % усіх захворювань людини зумовлені поганою якістю питної води. В Україні майже 80% населення забезпечені питною водою з поверхневих джерел, зокрема. Тому відкриті дані якості поверхневих вод є надзвичайно важливими для кожного.

Тут варто відзначити Державне агентство водних ресурсів України як найпрогресивніше серед інших розпорядників інформації щодо оприлюднення таких даних моніторингу. Нещодавно агентство вперше опублікувало дані за 16 основними показниками з 445 пунктів збору води на річках усіх основних водних басейнів України за останні п'ять років.

Відомості про якість води – одні з найбільш цінних, але водночас – і одні з найбільш закритих у світі. Тільки 15 країн публікують їх у відкритому та машиночитному форматі, згідно з останнім випуском Global Open Data Index. У відкритті даних щодо якості води Україна випереджає багато держав-сусідів та країн ЄС.

На цій основі "Агенція журналістики даних" створила інтерактивну карту "Чиста вода" щодо забрудненості річок в Україні. Інструмент дозволяє обирати конкретний річковий басейн та оцінювати, як рівень забрудненості змінювався протягом п'яти років. Інструмент уперше в Україні містить список підприємств, які, за офіційними даними Держводагентства, забруднюють річки у кожному регіоні, та обсяги цих забруднень. Наявність такої інформації щодо кожної річки допоможе активістам контролювати показники та за необхідності залучати спеціальні органи для відповідного реагування. З усіх екологічних даних моніторинг поверхневих вод є найбільш відкритим.

Річка Стрий цікавить багатьох науковців, проте мало досліджень було проведено в її гірській частині Турківської ОТГ, де ГЕС розділяє її на верхню та нижню частини.

У цьому розділі подана інформація про найважливіші досліджені екологічні показники. Дані були зібрані з офіційних сайтів та інших достовірних джерел. Тут можна знайти дані державного моніторингу, дослідження науковців з Інституту гідробіології НАН України (м. Київ), з Інституту Карпат та інші дослідження.

Ці дані описують важливі якісні та кількісні показники річки, їх значення. Для населення досліджуваної території вони є інформативними та показують стан водойми, з якої відбувається водозабір. Також ці результати відтворюють доцільність спорудження певного типу очисних споруд.

### **3.1. Аналіз гідрологічного режиму річки та використання її вод**

Стрий – найбільша карпатська притока Дністра. Довжина – 230 км, площа басейну – 3055 км<sup>2</sup>. Починається двома витокami: біля підніжжя Бескиду, недалеко від гори Станеш (1150 м над р. м), та на північному схилі Верецького перевалу. Від витoku до впадіння притоки Яблунки (в околиці Турки) Стрий — гірська річка з кам'янистим дном, водоспадами, стрімкими з урвищами берегами. Швидкість течії – 1–6 м/с. Після злиття з Опором тече Передкарпаттям у розлогій долині, розширюючись до 150 м, і перед впадінням у Дністер утворює багато заплав [34]. Несе майже стільки води, як і Дністер до впадіння в нього Стрия. Найважливіші притоки Стрию – Опір, Жижжава, Становка, Тейсарівка [82].

Тече спочатку на захід, далі – на північ, північний схід, схід та південний схід, у середній та нижній течії – переважно на північний схід, у пригирловій ділянці – на схід. Впадає у Дністер за 10 км на схід від Жидачева. Довжина річки 232 км, площа басейну 3060 км<sup>2</sup>. Похил річки 3,2 м/км. Пересічна глибина 0,5–1 м, максимальна – 2,5–2,8 м. Швидкість течії 0,1–2,0 м/с.

Живлення – дощове та снігове. Для річки характерні весняна повінь та літньо–осінні паводки (іноді паводки бувають взимку). Середня витрата води за 17 км від гирла – 45,2 м<sup>3</sup>/с, максимальна – 890 м<sup>3</sup>/с. Льодостав буває переважно з кінця листопада до середини березня. Притоки річки Стрий – Опір, Сможанка,



Гуснянка, Либохора, Гнила, Ропа, Завадка, Яблунька, Ясінка, Східничанка, Рибник, Крушельниця.

Паводковий режим карпатських річок формується в умовах складного рельєфу, неоднорідних ґрунтів, різних кліматичних відмінностей, зумовлених вертикальною зональністю і ступенем лісистості водозбірної площі. Паводки не пов'язані з окремими сезонами року і майже повністю залежать від зливових дощів та швидкості танення снігу в горах [81]. Невеличкі річки, що ледве обмивають виступи дна, за короткий проміжок часу здатні перетворюватися в бурхливі потоки, які затоплюють долини, руйнують береги, гідроспоруди, зносять мости, прибережні будинки, розмивають шляхи, несуть величезну масу ґрунтів, каміння.

Середньорічний стік води у Стрії– 40 м<sup>3</sup>/сек [161]. Бурхливій течії гірських потоків під час паводків не можуть протистояти брили гірських порід вагою в кілька тонн. Безладно нарощуються і поглиблюються русла, пошкоджуються водогосподарські споруди. При високій насиченості твердим стоком гірські річки іноді перетворюються у грязе-кам'яні потоки. Особливо небезпечні вони, коли несуть уламки криги: згубно діють на рибне населення річок, зокрема лососевих.

Середньорічна каламутність карпатських річок коливається в межах від 200 до 700 г/м<sup>3</sup> і навіть більше, абсолютна – може досягати 1500–2000 г/м<sup>3</sup>. Найбільшою вона буває під час паводків у місцях виходу річок з гір у передгір'я. Води зберігають ще значну швидкість течії, а протиерозійна стійкість берегів і ґрунтів тут ослаблена господарською діяльністю людини. Стрий каламутний від 95 до 206 днів на рік. Каламутні води негативно впливають на рибництво: весною затримують початок нересту, гальмують розвиток ікри [80].

Головним джерелом питного водопостачання території протікання річки є артезіанські свердловини та водозабори річки Стрий. Водозабори м. Львова складаються із 37 свердловин, з них – 30 робочі та 7 – резервні. Водозабір міста Дрогобич використовує дві свердловини, місто Моршин – також дві [56]. Каналізаційні очисні споруди механічного та повного біологічного очищення

каналізаційних стоків виробничою потужністю 25 тис. м<sup>3</sup> за добу розташовані на території Добрянської сільської ради.

Таблиця 3.1.1

Результати розрахунку гідроенергетичного потенціалу річки Стрий

Площа водозбору у км <sup>2</sup>	3060
Загальна довжина, км	232
Перепад висоти вертикального профілю, м	480
Приведена середня багаторічна витрата води річки Q <sub>ср</sub> , м <sup>3</sup> /с	20,9
Природний потенціал, млн.кВт·год/рік	1065,42
Технічний потенціал, млн.кВт·год/рік	66,5

### 3.2. Аналіз гідрохімічних показників поверхневих вод річки

За складом води Стрийського водозбору є гідрокарбонатно-сульфатні кальцієво-натрієві з мінералізацією 0,3–0,7 мг/дм<sup>3</sup> [149]. Якісні характеристики вод згідно з умістом макрокомпонентів відповідають нормам щодо їх використання як води питної водопровідної. Лише в дуже рідкісних випадках спостерігається перевищення ГДК за вмістом сульфатів. Умісти досліджуваних мікроелементів (заліза загального, нітритів, нітратів і фтору) також не перевищують встановлених норм щодо їх використання для питного водоспоживання. У рідкісних випадках спостерігається перевищення норм по залізу загальному [4, 6].

Зростання вмісту макро- та мікрокомпонентів у водах Стрийської ділянки вбачаємо у зростанні швидкостей фільтрації вод у водовмісних товщах, яка, у свою чергу, підвищила інтенсивність вилуговування водовмісних товщ. Пониження вмісту натрію та калію у водах є наслідком зменшення ролі катіонно-обмінних процесів між водовмісними породами і водами.

Підвищення вмісту компонентів азотної групи (нітрати, нітрити) викликане зростанням їх умісту у р. Стрий, що, у свою чергу, зумовлено впливом сільського господарства [53].

У цілому якісні характеристики вод згідно з умістом макро- та мікрокомпонентів відповідають нормам щодо їх використання як води питної водопровідної, а її хімічний склад змінився не критично.

Одним з найбільш негативних процесів, який впливає на загальний стан навколишнього природного середовища, є те, що періодично територія піддається загрозі підтоплення повеневидами. Як наслідок, руйнуються береги річок і захисні дамби. У сфері охорони водних ресурсів однією з актуальних проблем залишаються низькі темпи впровадження нових прогресивних технологій для очистки промислових, господарсько-побутових стічних вод. Зараз у незадовільному стані залишається більша частина очисних споруд, які потребують ремонту та реконструкції.

Концентрація основних забруднень стічних вод, що поступають на очистку, приймається: за органічними сполуками БСКп – 130 мг/дм<sup>3</sup> та завислими речовинами – 200 мг/дм<sup>3</sup>. Передбачається знезараження стічних вод перед скидом їх у водоймище з використанням гіпохлориту натрію, який виробляється на місці.

У басейні Дністра в цілому стік формується в зимово-весняний період (лютий–березень) внаслідок танення снігу і випадання дощів, а також у теплу пору року під час злив. В гірській частині спостерігаються паводки.

Тому тут вирізняють:

- роки з переважанням весняної повені;
- роки з переважанням паводків у літньо-осінній період;
- роки з безперервними паводками протягом року.

Під час весняної повені за узагальненими багаторічними даними гідрохімічного моніторингу гідрометслужби України (понад 60 років спостережень) у гірській частині Карпат води поверхнево-схилового стоку, які надходять у руслову мережу мають мінімальну мінералізацію в межах 37–150 мг/дм<sup>3</sup> і твердість води 0,8–1,5 ммоль/дм<sup>3</sup> [162]. В іонному складі переважають гідрокарбонати і кальцій.

Середні багаторічні концентрації основних іонів та мінералізація  
річкових вод у моніторингових створах річки Стрий [164]

Річка – пункт, сезон	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	HCO <sup>-3</sup>	SO <sub>2</sub> <sup>-4</sup>	Cl <sup>-</sup>	Мінералізація води
Весняна повінь							
Стрий – с. Новий Кропивник	31,6	7,6	9,5	102,3	25,7	11,1	188
Літньо-осіння межень							
Стрий – с. Новий Кропивник	38,4	11	9,7	145,7	31,6	10,7	247
Зимова межень							
Стрий – с. Новий Кропивник	52,4	13,3	11,9	189,3	30,3	14,5	312

Проведені дослідження Інститутом гідробіології НАН України (м. Київ) показали, що мінералізація р. Стрий та деяких її приток знаходилася в межах від 208,27 до 267,91 мг/дм<sup>3</sup>, в середньому складаючи 241,27 мг/дм<sup>3</sup>. Домінуючими в іонному складі, як і раніше, залишаються гідрокарбонатні іони (HCO<sup>3-</sup>) з межами коливань від 85,24 до 115,33 мг/дм<sup>3</sup>.

За вмістом хлоридних іонів (Cl<sup>-</sup>) вода р. Стрий відноситься до прісних природних вод, а їхня концентрація у воді була невисокою і змінювалася в межах від 7,58 до 11,27 мг/дм<sup>3</sup>, в середньому складаючи 11,27 мг/дм<sup>3</sup>. Просторова мінливість їхнього вмісту характеризувалася поступовим збільшенням за течією ріки від верхньої ділянки спостережень до нижньої.

Вміст сульфатних іонів (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) у воді р. Стрий характеризувався найбільшою мінливістю, коливаючись в межах від 60,48 до 93,12 мг/дм<sup>3</sup>, в середньому складаючи 67,72 мг/дм<sup>3</sup>.

За таким важливим показником якості водного середовища, як твердість, вода р. Стрий відноситься до м'яких вод з межами коливань від 2,34 до 3,42 мг.екв/дм<sup>3</sup>. Аналіз отриманих даних показав, що твердість води має тенденцію поступового незначного зменшення за подовжнім профілем ріки, що відбувається, головним чином, за рахунок зменшення вмісту іонів кальцію.

Проведені дослідження дали можливість встановити певну закономірність в просторовому розподілі головних іонів і мінералізації води р. Стрий. Вони дозволили виділити зону, де відбуваються суттєві зміни вмісту головних іонів, що визначають клас природних вод, в першу чергу, гідрокарбонатних і сульфатних іонів.

Біогенні елементи як алохтонного, так і автохтонного походження, в значній мірі визначають екологічний стан будь-якої водойми, як природного, так і штучного походження. Від їхньої концентрації залежить не лише продуктивність річки, але і її санітарний стан. У свою чергу, концентрації біогенних елементів та їхній режим цілком залежать від інтенсивності біохімічних і біологічних процесів, що відбуваються у водоймах. Важливу роль у формуванні режиму та динаміки біогенних речовин, особливо в урбанізованій зоні, відіграє антропогенний фактор [147]. Відомо, що основними біогенними елементами, що визначають ступень евтрофування природних водойм та від яких залежить рівень розвитку і життєдіяльності гідробіонтів, є сполуки азоту і фосфору. Дослідженнями, що проводились раніше, було встановлено, що головним джерелом надходження біогенних речовин на досліджувану ділянку ріки є промислові та побутові стоки, а також надходження з сільгоспугідь [165].

Основним чинником, що визначає вміст і динаміку неорганічних сполук азоту в природних водоймах, є співвідношення інтенсивності споживання їх асимілюючими організмами і швидкості процесу регенерації біогенних елементів як результат їхньої життєдіяльності [97].

У воді р. Стрий та її притоках основною формою неорганічного азоту є його амонійна форма ( $\text{NH}_4^+$ ), вміст якої коливався в межах від 0,220 до 0,455 мг N/дм<sup>3</sup>, в середньому складаючи 0,294 мг N/дм<sup>3</sup>. Характерною особливістю просторового розподілу амонійного азоту є, як правило, підвищення його концентрації в районах населених пунктів.

Спостереження, проведені Інститутом гідробіології НАН України, показали вміст нітритних іонів ( $\text{NO}_2^-$ ) у воді р. Стрий змінювався в межах від 0,003 до 0,0318 мг N/дм<sup>3</sup>, в середньому складаючи 0,007 мг N/дм<sup>3</sup>. Відомо, що нітритна форма азоту є нестійкою в процесі нітрифікації, а її поява в

підвищеній кількості є показником значного забруднення водойми, оскільки вказує на посилений розклад органічної речовини, тобто є важливим санітарним показником [132].

Концентрація нітратних іонів ( $\text{NO}_3^-$ ) за період спостережень змінювалася в межах від 0,0035 до 0,014  $\text{мгN/дм}^3$ , їхнє середнє значення складало 0,010  $\text{мгN/дм}^3$ . В цілому просторова мінливість як нітратних, так і нітритних іонів у воді р. Стрий, характеризувалася рівномірним розподілом їхнього вмісту за течією, але зберігалася тенденція деякого підвищення вмісту нітратних іонів на урбанізованих ділянках річки [93].

Важливу роль для розвитку водойм грають сполуки фосфору. Вміст фосфат іонів ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) у воді природних водойм залежить від багатьох чинників, основними з яких є процеси на кордоні донні відклади – вода, рівень розвитку і життєдіяльності гідробіонтів, а також надходження фосфатів разом із стічними побутовими водами [168]. Спостереження показали, що характерною особливістю водних мас р. Стрий є незначний вміст фосфат-іонів, концентрації яких коливались від практично нульових концентрацій до 0,025  $\text{мг P/дм}^3$ , з середніми значеннями 0,005  $\text{мг P/дм}^3$ . Зберігалася тенденція просторової зміни вмісту фосфат-іонів за течією річки, що мала місце і для зміни концентрацій неорганічного азоту, а саме: підвищеним вмістом вирізнялися ділянки поблизу населених пунктів [98].

Залізо ( $\text{Fe}_{\text{заг}}$ ) відноситься до основних біогенних компонентів, від яких залежить рівень розвитку і життєдіяльність гідробіонтів. Основними джерелами надходження заліза у водойму є поверхневий стік, а також надходження його з донних відкладів внаслідок процесів, що відбуваються в системі донні відклади – вода. Спостереження показали, що концентрація загального заліза у воді р. Стрий варіювала в межах від 0,027 до 0,09  $\text{мг/дм}^3$  і в цілому склала 0,053  $\text{мг/дм}^3$ . Просторова мінливість вмісту загального заліза за течією річки характеризувалася поступовим зменшенням його вмісту від верхньої ділянки спостережень до нижньої, що, ймовірно, пов'язано з поступовою зміною фізико-географічних умов басейну.

Разом з фосфором і азотом кремній (Si) є не менш важливим біогенним елементом, оскільки входить до складу живих організмів. Дослідження показали, що води р. Стрий характеризуються досить незначними концентраціями розчиненого кремнію. Його вміст у річці варіював від 1,9 до 4,45 мг/дм<sup>3</sup>, в середньому складаючи 2,4 мг/дм<sup>3</sup>. Просторова мінливість вмісту кремнію характеризувалася доволі рівномірним з деяким зменшенням його вмісту за течією [88].

Вміст органічних речовин за величинами перманганатної і біхроматної окиснюваностей (ПО й БО) води належить до важливих показників її якості. Як і сезонні концентрації біогенних елементів, ПО і БО води в значній мірі залежать від гідрологічного режиму водного об'єкту, життєдіяльності гідробіонтів, антропогенного чинника тощо. За показниками ПО розподіл органічних сполук у воді р. Стрий коливався у межах 11,5–13,7 мг О/дм<sup>3</sup>, БО – у межах 40,3–63,4 мг О/дм<sup>3</sup> [87].

Стрий – права притока Дністра. Витоки розташовані на західному схилі г. Яворник, що у Високому Бескиді. В Карпатах річка має гірський характер і вузьку долину. Береги заліснені хвойними і мішаними лісами. Віднедавна річка стала популярною серед туристів, які сплавають на човнах та рафтах. Найпопулярнішим є маршрут від гирла р. Опір в с. Межиброди до с. Розгірче, де знаходиться скельний монастир [128].

Територія долини р. Стрий від витоків до з'єднання з Орівським екокоридором. Представлені екосистеми вербових чагарникових заростей прибережних смуг і першої надзапавної тераси, прибережно-водна рослинність, рослинність деградованих лук і пасовищ у Ботанічному заказнику “Рацина” [146].

*Таблиця 3.2.2*

Середньорічні концентрації речовин в контрольних створах водних об'єктів регіону за 2016 рік за даними Державної екологічної інспекції (в одиницях кратності відповідних ГДК)

Місце	Показники складу та властивостей
-------	----------------------------------

спостереження за якістю води	БСК <sub>5</sub>	ХСК	сульфати	хлориди	азот амонійний	азот нітрагний	азот нітрагний	фосфати	залізо заг.
Контрольні створи водного об'єкту рибогосподарського призначення:									
ГДК (ОБУВ 1990)	3	15/30	100	300	0,39	0,02	9,1	0,17/3,5	0,1
р. Стрий, м. Жидачів	0,72	0,78	0,35	0,04	0,3	3	0,49	0,008	0,9
р. Стрий, с. Верхнє Синьовидне	0,54	0,69	0,29	0,03	0,2	1	0,27	0,008	0,8
р. Стрий, 0,3 км вище гирла ріки	0,31		0,25		0,67	0,15			0,2
р. Стрий, м. Стрий, 1 км	0,31		0,25		0,67	0,13			0,5
вище м. Стрий в створі водопостачання р. Стрий, 2 км нижче міста	0,36		0,2		0,9	0,1			0,45
Контрольні створи водного об'єкту господарсько-побутового призначення:									
ГДК (СанПин 4630–88)	15	15/30	500	350	2,0	1	10,35	3,5	0,3
р. Стрий, с. Братківці, 100 м вище Стрийського родовища підземних вод	0,253		0,042	0,037	0,025	0,003	1,03		0,33

Таблиця 3.2.2 містить дані про деякі показники вод річки Стрий регіонального екологічного паспорту Львівської області за IV квартал 2019 року.

Таблиця 3.2.3

Дані державного моніторингу вод за IV квартал 2019 року [40]



Місце відбору проби	Дата відбору проби	Біохімічне споживання кисню (мг/дм <sup>3</sup> )	Кисень (мг/дм <sup>3</sup> )	Сульфат (мг/дм <sup>3</sup> )	Хлориди (мг/дм <sup>3</sup> )	Амоній (мг/дм <sup>3</sup> )	Нітраг (мг/дм <sup>3</sup> )	Нітриг (мг/дм <sup>3</sup> )	Фосфат (мг/дм <sup>3</sup> )
р. Стрий, 78 км, с. Верхнє Синєвидне, лівий берег	21.10.2019	2,13	8,15	30,90	22,58	0,64	6,35	8,00	9,74
р. Стрий, 78 км, с. Верхнє Синєвидне, лівий берег	26.11.2019	0,96	9,14	31,31	22,58	0,52	2,45	5,00	8,79

### 3.3. Видове біорізноманіття фауни вод річки

Дослідження біорізноманіття р. Стрий провели фахівці Інституту гідробіології НАН України (ІГБ НАНУ).

Всього на дослідженій ділянці р. Стрий зареєстровано 44 види водоростей, з яких переважна більшість з відділу Bacillariophyta, що в цілому характерно для гірських річок [99].

Зазвичай на гірських ділянках зустрічаються діатомові виключно класу Pennatorphysea, у той же час зустрічались і представники класу Centrophysea – *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) і *Cyclotella* sp [36].

Звертає на себе увагу присутність у альгофлорі дослідженої ділянки десмідієвих водоростей (два види р. *Closterium* і один вид р. *Cosmarium*), що також є нехарактерним для гірських річок. Це може вказувати на надходження болотних вод з підвищеної кислотністю [100]. Не можна виключити потрапляння цих водоростей під час весняного паводку і їх подальшу вегетацію в руслі [175].

У пробах фітобентосу зустрічались всі види водоростей, у планктонних – 36 видів, загальний видовий склад фітопланктону і фітобентосу були близькими, за винятком відсутності у фітопланктоні окремих крупноклітинних

форм діатомових водоростей, а також практичної відсутності у планктонних пробах синьо-зелених, які досягали помітної частки як чисельності, так і біомаси у бентосі, хоча і не входили до складу домінуючого комплексу (частки чисельності і біомаси не перевищували 10 %) [177]. Склад домінуючого комплексу фітопланктону і фітобентосу також був практично ідентичним. Переважну частину у складі фітопланктону становили бентосні і перифітонні форми (види родів *Diatoma*, *Symbella*, *Gomphonema*, *Cocconeis*) [35].

Кількісні показники фітопланктону були невисокими і між створами відрізнялись незначно – чисельність в межах 110–160 тис. кл/дм<sup>3</sup>, біомаса – 0,021–0,034 мг/дм<sup>3</sup>.

Мікрофітобентос продемонстрував більшу варіабельність кількісних показників – чисельність була у межах 420–750 тис. кл/10 см<sup>2</sup>, а мінімальна і максимальна біомаса відрізнялись більш, ніж у два рази – від 2,002 мг/10 см<sup>2</sup> до 4,340 мг/10 см<sup>2</sup>. При цьому чіткої закономірності зміни кількісних показників вздовж течії виділити не можна. Цілком можливо, відмінності зумовлені особливостями субстратів та мікробіотопів на конкретних створах відбору проб [74].

Фітопланктон і мікрофітобентос р. Стрий включають 44 види водоростей з чотирьох відділів. При цьому, деякі види, загалом, нехарактерні для гірських водотоків, наприклад синьозелені і десмідієві, які були звичайним компонентом донних альгоугруповань всіх досліджених створах, а на деяких створюючи помітні частки чисельності (синьо-зелені) і біомаси (десмідієві) [73]. Кількісні показники в цілому відповідали загальним закономірностям розподілу водоростей у річках такого типу.

У всіх бентосних пробах траплялись поодинокі клітини перифітонної діатомової водорості *Didymosphenia geminata*, яка через крупні індивідуальні розміри у деяких випадках входила до складу субдомінантів.

В басейні річки Стрий фахівцями інституту екології Карпат виявлено 45 видів гідрофільної флори. А саме, у прибережній зоні річки та водойми найбільш поширеними були: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha latifolia* L., *T. laxmanii* Lepech., *T. angustifolia* L., *Scirpus sylvaticus* L., *Carex acuta*

L., *C. vesicaria* L., *C. hirta* L., *C. rostrata* Stokes, *C. vesicaria* L., *C. vulpina* L., *Equisetum fluviatile* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Ranunculus repens* L. Тощо [133]. Лише у водоймі ними було відзначено *Polygonum amphibium* L. і *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach. Вони також відмітили, що річки практично на всіх створах було переважно кам'янистим, з невеликими глинисто-мулистими ділянками, здебільшого біля берегів. Значну частину дна на створах вкривали зарості водопериці (*Myriophyllum spicatum* L.), інколи траплялися рдести (*Potamogeton crispus* L., *P. pectinatus* L.) та елодея канадська (*Elodea canadensis* Michx.) [103].

Вздовж берегів річки Стрий спостерігалися очеретяно-осокові пояси рослинності. В місці замулення дна було відмічено плями вегетуючого Горця земноводного розмірами приблизно 10×3 метри. По самому руслу зустрічаються нитчатка та поодинокі – уруть [56].

На окремих ділянках переважає мох фонтиналіс, зустрічаються поодинокі колонії нитчатки, які розвиваються на каменях та валунах. Крім того, відмічені куртини очерета звичайного *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud [104].

Згідно з натурними матеріалами, таксономічне різноманіття безхребетних організмів водної товщі було незначним і представлено невеликою кількістю планктонних видів. В цілому досліджена територія населена прісноводними видами і представлена в основному планктонними формами. Часто зустрічалися коловертки *Euchlanis dilatata*, які є також звичайними у складі перифітону, та гіллястовусі рачки *Bosmina longirostris*. Ці види, а також коловертки *Polyarthra vulgaris*, *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, циклопи *Cyclops strenuus*, *C. vicinus*, *Acanthocyclops vernalis*, гіллястовусі *Bosmina longirostris* і *Chydorus sphaericus* є характерними для планктофауни всього басейну Верхнього Дністра [45].

Планктон р. Стрий кількісно бідний та представлений незначним числом планктонних видів, що є природнім для гірських річок [114].

Наважливіше значення у гідроекологічних дослідженнях набуває вивчення угруповань донних макробезхребетних тварин, які є загальноновживаним індикатором екологічного стану.

За даними фахівців ІГБ НАНУ у басейні р. Стрий нараховується понад 120 видів тварин, які належать до 24 таксономічних груп вищого рангу [84].

В угрупованні донних тварин за показниками чисельності безумовно домінують амфібіотичні комахи, а за показниками біомаси двостулкові моллюски роду *Unio*.

Серед представників амфібіотичних комах, найбільш різноманітними були наступні групи: личинки хірономід, німфи одноденки, личинки волохокрильців, німфи веснянок та інших двокрилих комах мали по 6 видів, водні клопи були представлені – 5 видами [105].

Серед німф одноденок (Ephemeroptera) найчастіше зустрічались види: *Baetis fuscatus/scambus*, *B. muticus* (Linnaeus), *B. rhodani* (Pictet), *B. vernus* Curtis, *Caenis luctuosa* (Burmeister), *Centroptilum luteolum* (Muller), *Ecdyonurus fluminum* (Pictet), *E. venosus* Fabricius, *Ephemerella ignita* (Poda), *Heptagenia sulphurea* (Müller), *H.coerulans* (Rostock.), *Oligoneuriella rhenana* (Imhoff), *Paraleptophlebia submarginata* (Stephens), *Potamanthus luteus* (Linnaeus), *Proclleon bifidum* Bengtsson, *Torleya major* (Klapalek) [57].

Серед німф бабок (Odonata) в донних угрупованнях розвивались: *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus) та *Platycnemis pennipes* Pallas.

Крім того відмічено вид *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758) який має природоохоронний статус: „вразливий” [68].

Ареал виду та його поширення: більша частина Європи, північна Африка (Алжир), західна і центральна Азія, західна і східна частина Сибіру.

Таблиця 3.3.1

Сучасний склад іхтіофауни річки Стрий [67]

№ п/п	Таксономічна одиниця	Фондові матеріали	ІГБ	Охоронний статус	
				Червона книга	Бернська конвенція
Cyprinidae – коропові					
1	<i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	вразливий	
2	<i>Squaltus cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	–	+		
3	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	–	+		
4	<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	–	+		III

5	<i>Alburnoides rossicus</i> Berg., 1924	–	+	зникаючий	
6	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	–	+		
7	<i>Leucaspius delineatus</i> (Heckel, 1843)	–	+		III
8	<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	–	+		
9	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	–	+		III
10	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	–	+		III
11	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	–	+		III
12	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	–	+		
13	<i>Gobio sarmaticus</i> Berg, 1949	–	+		
14	<i>Romanogobio kesslerii</i> (Dybowski, 1862)	–	+	вразливий	III
15	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	вразливий	III
16	<i>Barbus carpathicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002 ( <i>Barbus petenyi</i> Heckel, 1852)	–	+	вразливий	III
17	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	–	+		
Cobitidae – в'юнові					
18	<i>Sabanejewia baltica</i> Witkowskii, 1994	–	+		III
19	<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	–	+		
Salmonidae – лососеві					
20	<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	–	+		
Esocidae – щукові					
21	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	–	+		
Cottidae – рогаткові					
22	<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	–	+		
Percidae – окуневі					
23	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	–	+		
Odontobutidae – головешкові					
24	<i>Perccottus glenii</i> Dybowski, 1877	–	+		
Gobiidae – бичкові					
25	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas. 1814)	–	+		III
26	<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	–	+		
Всього видів:		12	25	5	9

Незначна чисельність виду (поодинокі особини), подекуди трапляються частіше, зміни чисельності відбуваються внаслідок хімічного та органічного забруднення води, гідротехнічного будівництва, меліорації тощо [86].

Зареєстровано 25 видів риб із 8 родин. За свідченнями рибалок, у р. Стрий також ловляться білизна європейська *Aspius aspius* та лосось–кумжа (струмкова форель) *Salmo trutta*, при цьому остання трапляється здебільшого у верхній його течії. Таким чином, наразі можна достовірно стверджувати про наявність у р. Стрий 26 видів риб, що належать до 8 родин [106].

Охоронний статус у р. Стрий мають 12 видів риб, що складає майже половину його іхтіофауни (46%). З них – 5 занесено до Червоної книги України, 9 – до списків Бернської Конвенції, додатку III [134].

В прибережно–водних об’єктах басейну річки Стрий різноманіття амфібій було досить збіднено, враховуючи, що більша частина дослідженого річки Стрий протікає в межах населених пунктів.

Таблиця 3.3.2

Раритетна складова амфібій р. Стрий [64]

№	Вид	Охоронний статус
1	<i>Bombina variegata</i> (Linnaeus, 1758)	ЧКУ, ЧКУК, МСОП, ЄЧС, КЛРП, БК, ДМ
2	<i>Rana temporaria</i> (Linnaeus, 1758)	МСОП, БК
3	<i>Bufo bufo</i> L (Linnaeus, 1758)	МСОП

Примітка: ЧКУ – Червона книга України, ЧКУК – Червона книга Українських Карпат, МСОП – Міжнародний червоний список, ЄЧС – Європейський червоний список, БК – вид, що охороняється Бернською конвенцією, КЛРП – Carpathian List of Endangered Species, ДМ – Habitat Directive.

Стрий – найбільша карпатська притока Дністра. Тече спочатку на захід, далі – на північ, північний схід, схід та південний схід, у середній та нижній течії – переважно на північний схід, у пригирловій ділянці – на схід. Впадає у Дністер за 10 км на схід від Жидачева.

Живлення – дощове та снігове. Для річки характерні весняна повінь та літньо-осінні паводки (іноді паводки бувають взимку). Середня витрата води за 17 км від гирла – 45,2 м<sup>3</sup>/с, максимальна – 890 м<sup>3</sup>/с. Льодостав буває переважно з кінця листопада до середини березня.

Паводковий режим карпатських річок формується в умовах складного рельєфу, неоднорідних ґрунтів, різних кліматичних відмінностей, зумовлених вертикальною зональністю і ступенем лісистості водозбірної площі.

Середньорічний стік води у Стрії – 40 м<sup>3</sup>/сек. Середньорічна каламутність карпатських річок коливається в межах від 200 до 700 г/м<sup>3</sup>. Стрий каламутний від 95 до 206 днів на рік. Каламутні води негативно впливають на рибництво: весною затримують початок нересту, гальмують розвиток ікри.

Головним джерелом питного водопостачання території протікання річки є артезіанські свердловини та водозабори річки Стрий. За складом води Стрийського водозабору є гідрокарбонатно–сульфатні кальцієво–натрієві. Якісні характеристики вод згідно з умістом макрокомпонентів відповідають нормам щодо їх використання як води питної водопровідної.

У гірській частині Карпат води поверхнево–схилового стоку, які надходять у руслову мережу мають мінімальну мінералізацію в межах 37–150 мг/дм<sup>3</sup> і твердість води 0,8–1,5 ммоль/дм<sup>3</sup>. В іонному складі переважають гідрокарбонати і кальцій.

Проведені дослідження Інститутом гідробіології НАН України (м. Київ) показали, що мінералізація р. Стрий та деяких її приток знаходилася в межах.

За вмістом хлоридних іонів (Cl<sup>-</sup>) вода р. Стрий відноситься до прісних природних вод, а їхня концентрація у воді була невисокою .

Вміст сульфатних іонів (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) у воді р. Стрий характеризувався найбільшою мінливістю. Твердість води відноситься до м'яких вод.

Спостереження, проведені Інститутом гідробіології НАН України, показали вміст нітритних іонів (NO<sup>2-</sup>) у воді р. Стрий була у межах норми.

Вміст фосфат–іонів, концентрації яких коливались від практично нульових концентрацій до 0,025 мг P/дм<sup>3</sup>.

Просторова мінливість вмісту кремнію характеризувалася доволі рівномірним з деяким зменшенням його вмісту за течією.

Всього на дослідженій ділянці фахівцями Інституту гідробіології НАН України (ІГБ НАНУ) р. Стрий зареєстровано 44 види водоростей, з яких

переважна більшість з відділу *Vasillariophyta*, що в цілому характерно для гірських річок .

В басейні річки Стрий фахівцями інституту екології Карпат виявлено 45 видів гідрофільної флори. Вздовж берегів річки Стрий спостерігалися очеретяно-осокові пояси рослинності. Згідно з натурними матеріалами, таксономічне різноманіття безхребетних організмів водної товщі було незначним і представлено невеликою кількістю планктонних видів.

Планктон р. Стрий кількісно бідний та представлений незначним числом планктонних видів, що є природнім для гірських річок.

За даними фахівців ІГБ НАНУ у басейні р. Стрий нараховується понад 120 видів тварин, які належать до 24 таксономічних груп вищого рангу.

Зареєстровано 25 видів риб із 8 родин. Тут зустрічається білизна європейська *Aspius aspius* та лосось-кумжа (струмкова форель) *Salmo trutta*.

Охоронний статус у р. Стрий мають 12 видів риб, що складає майже половину його іхтіофауни (46%). З них – 5 занесено до Червоної книги України, 9 – до списків Бернської Конвенції, додатку III.

В прибережно-водних об'єктах басейну річки Стрий різноманіття амфібій було досить збіднено, враховуючи, що більша частина дослідженого річки Стрий протікає в межах населених пунктів.



## РОЗДІЛ 4

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Здоров'я людини не в останню чергу залежить від якості води, яку вона споживає. Але навіть на перший погляд чиста та прозора вода може приховувати в собі значну небезпеку.

Опрацювання результатів власного дослідження – найважливіший етап. Він дає змогу отримати найактуальнішу інформацію про водний об'єкт саме на цей момент, статистично її опрацювати та порівняти з іншими результатами, значеннями ГДК чи контрольним значенням.

Спершу було проаналізовано значення фітотоксичності території, потім зроблена оцінка найосновніших фізичних показників, а у кінці дослідження було максимально деталізовано і доповнено гідрохімічним аналізом.

Особливу увагу слід звертати на такі показники як нітрати та нітрити, на всю групу азоту, тому що це – перший показник забруднення. Якщо є нітрати – це свідчить про те, що неподалік на поля вносили добрива. Нітрити ж говорять про те, що є забруднення самої води.

#### **4.1. Результати біотестування вод річки**

Будь-яка водна екосистема, перебуваючи в рівновазі з факторами зовнішнього середовища, має складну систему рухомих біологічних зв'язків, які порушуються під впливом антропогенних факторів. Перш за все, вплив антропогенних факторів, і зокрема, забруднення відбивається на видовий склад водних спільнот. Біологічний метод оцінки стану водойми дозволяє вирішити завдання, вирішення яких за допомогою гідрофізичних і гідрохімічних методів неможливо [111]. Оцінка ступеня забруднення водоймища за складом живих організмів дозволяє швидко встановити його санітарний стан, визначити ступінь і характер забруднення та шляхи його розповсюдження у водоймі, а також дати кількісну характеристику протікання процесів природного самоочищення [115].

Біологічні методи оцінки якості води базуються на розумінні того, що абіотичні властивості води визначають спектр видів, здатних тут мешкати [169]. Знаючи умови, за яких розвиваються ті чи інші види водних рослин і тварин, за складом біоти у водоймі можна, відповідно, визначити їх екологічний стан. Під біологічною оцінкою якості води розуміють систематичне використання біологічних відповідей на зміни характеристик навколишнього середовища, тобто на зміни стану екосистеми [170]. Кожен вид потребує для свого існування певних умов та не здатен набути розквіту там, де їх нема. Тому найкращими приладами для визначення якості водного середовища, є самі мешканці водойми.

Біологічні методи оцінки якості води мають ряд переваг перед хімічними і фізичними, оскільки угруповання живих організмів віддзеркалюють усі зміни водного середовища, одночасно реагуючи на комплекс різноманітних природних та антропогенних чинників, у тому числі забруднювачів [155]. Оцінка ступеня забруднення водойми за складом її населення дозволяє швидко визначити її санітарний стан, трофічний статус, ступінь і характер забруднення, шляхи його поширення у водоймі. Метод біоіндикації дозволяє оцінити наслідки як постійного, так і залпового забруднення, оскільки відповідь біоти усереднює “ефект забруднення” у часі.

Біотестування – процедура оцінки навколишнього середовища за допомогою тест-об’єктів [120]. У випадку оцінки якості води використовують реакцію певних видів живих організмів (або окремих органів, тканин чи клітин організму) на забруднення. До тест-організмів висувають певні вимоги: вони повинні мати високу чутливість до токсичних речовин та легко розмножуватися у лабораторних умовах. Ними можуть бути певні види найпростіших, пласких червів, молюсків, ракоподібних, одноклітинних водоростей і навіть деякі види вищих водних рослин [136].

Біотестування здійснюється кількома шляхами. Так, тест об’єкт можна розмістити на фіксований час у воду з відомою токсичною речовиною та за змінами у його організмі отримати уявлення про наслідки шкідливого впливу [121]. Інший спосіб – з водойми відібрати пробу води, на визначений час

заселити до неї тест-організм та визначити зміни у його поведінці, фізіологічних реакціях (здатність виживати, темпи розмноження, інтенсивність фотосинтезу, дихання тощо) чи внутрішній будові органів, тканин і клітин. Такі експериментальні методи дуже чутливі та спрямовані на визначення високотоксичних, сильно діючих хімічних речовин, що містяться у воді [160].

Підкреслюючи всю важливість біоіндикаційних методів дослідження, необхідно відзначити, що біоіндикація передбачає виявлення, що вже відбулося, або того, що відбувається забруднення навколишнього середовища за функціональними характеристиками особин [151]. Таким чином, видовий склад живих організмів з забруднюються водойми служить підсумковою характеристикою токсикологічних властивостей водного середовища за деякий проміжок часу і не дає її оцінки на момент дослідження [113].

Відбір проб води було проведено в стерильні пляшки з притертими пробками об'ємом 1500 мл, на яких позначали дату і номер відібраної проби [8, 9]. Для отримання достовірних результатів відбір проб води проводили при стійких погодних умовах між 8 та 16 годинами.

У лабораторних умовах вивчали загальну токсичність води за методикою оцінки токсичності водних джерел за допомогою “ростового тесту” [118] на основі обліку змін морфометричних показників проростання індикаторної культури, вирощеної на досліджуваних пробах води. Як відомо, цей метод біотестування ґрунтуються на вивченні особливостей зворотної реакції тест-організмів на комплексну дію негативних факторів і дозволяють визначити рівень екологічної безпеки, встановити ступінь токсичності середовища, а також оцінити не тільки пригноблюючу дію різних забруднювачів на рослини, але й стимулювальну.

У якості тест-об'єктів використовували *Allium* *sepa* L. Цибулю вирощувалася у пробірках з досліджуваною водою впродовж 10 діб. Контроль – стерильна вода з джерела питної води. Морфометричні параметри тест-рослин *Allium* *sepa* L. вимірювали на четвертий, сьомий та десятий дні пророщування.

Основним параметром для оцінки ступеня токсичності проб води була обрана довжина корінців цибулі (Додаток 10–12). Фітотоксичний ефект визначали у відсотках [8, 10].

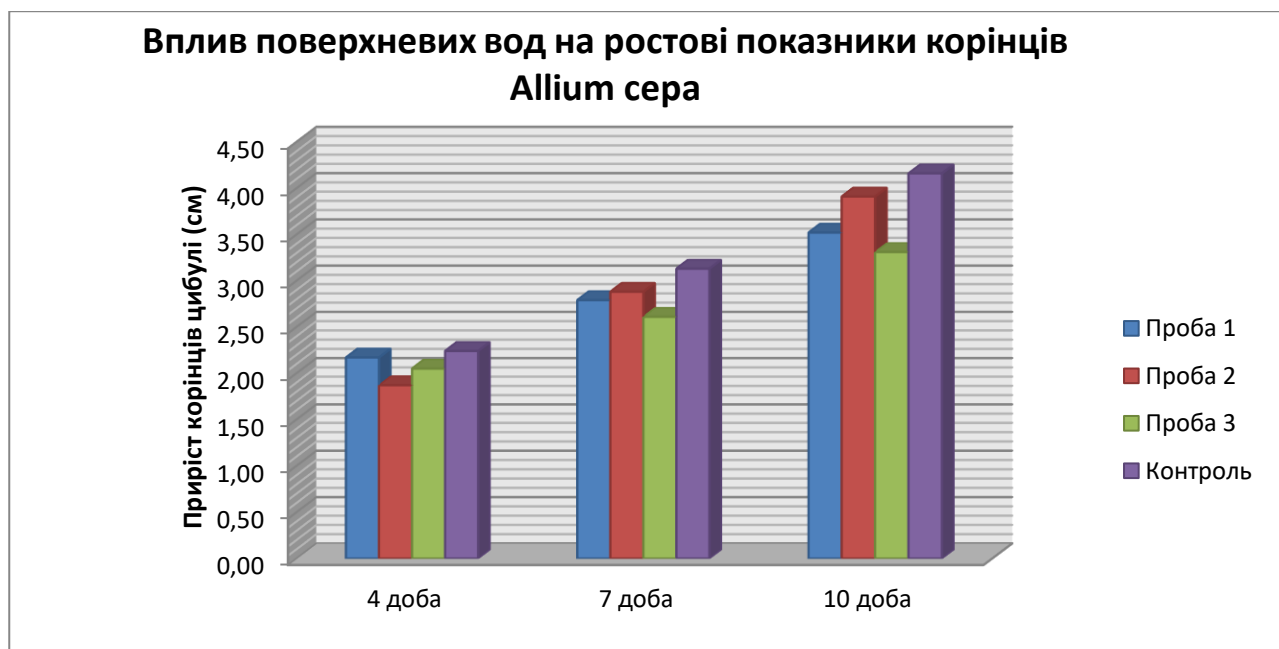
Таблиця 4.1.1

Вплив поверхневих вод на ростові показники корінців *Allium sera*

Проба	4–та доба (мм) M±m	7–ма доба (мм) M±m	10–та доба (мм) M±m	Індекс фітотоксичності, %
Контроль	2,24±0,5	2,17±0,54	3,88±1,1	–
Проба 1	2,17±0,5	2,17±0,67	3,52±1,1	23,17
Проба 2	1,83±0,62	2,88±0,76	3,91±1,5	27,76
Проба 3	2,05±0,2	2,17±0,74	3,31±1,3	11,44

На діаграмі 4.1.1 зображено швидкість приросту корінців цибулі, в залежності від місця відбору проб води річки Стрий. В цілому, показники приросту відрізняються незначно, що свідчить про рівномірне забруднення вод.

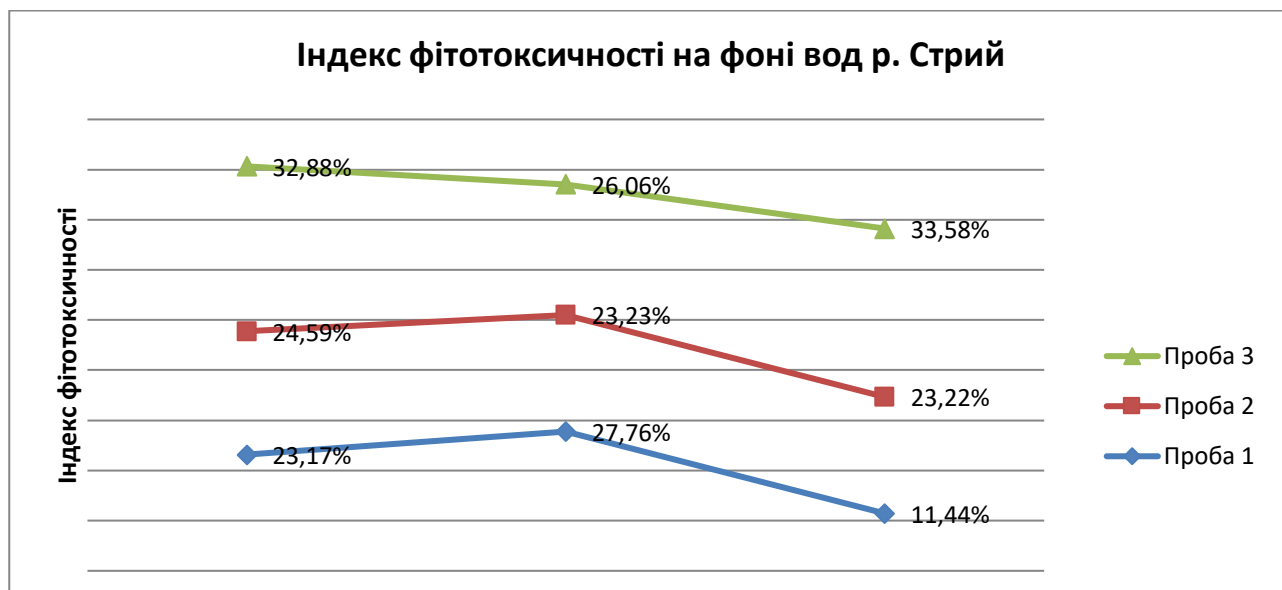
Діаграма 4.1.1



Наступним етапом нашої роботи було встановлення індексу фітотоксичності вод річки Стрий. Аналіз результатів біотестування показав, що

індекс фітотоксичності поверхневих вод р. Стрий у гірській частині досліджуваної території коливався в межах 11,44–33,58 %.

Діаграма 4.1.2



В цілому, найнижчі показники фітотоксичності характерні для Проби 3, індекс коливається в межах 11,44–23,17 %, що відповідає середньому рівню токсичності за методикою Горової.

Для Проби 1 та Проби 2 встановлена середня токсичність поверхневих вод (23,22–33,58 %). У зв'язку із протіканням річки Стрий у низовині, під час танення снігів усі токсичні речовини з дороги та узбіч потрапляли у води ріки.

#### 4.2. Дослідження гідрохімічних показників вод річки

З метою дослідження гідрохімічного режиму були відібрані проби води у р. Стрий та її притоках в осінній період спостережень та проведений фізико-хімічний аналіз.

Органолептичні показники – первинні дані про смак, прозорість та запах рідини. Визначаються дослідним шляхом. Якісна вода повинна бути прозорою, без запаху і будь-якого присмаку [171].

Визначення органолептичних показників було проведено по основі Державних санітарних норм (ДСанПіН 2.2.4–171–10) [116], затверджених

наказом МОЗ від 12.05.2010 № 400 та зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747, наведених у таблиці 2.2.1.

Прозорість води залежить від кількості суспензованих в ній мінеральних та органічних речовин, колоїдів [113]. Вода зазвичай прозора. Мутність може бути зумовлена великими швидкостями руху.

Запах води зазвичай свідчить про процеси розпаду органічних речовин, які відбуваються в ній [119]. Часто це пов'язано з діяльністю бактерій. Як правило, у воді запах відсутній, але іноді він відчувається [130]. Так, наприклад, болотні води мають специфічний „болотний” запах, сірководень надає воді запаху тухлих яєць, а в старих колодязях із гниючими дерев'яними зрубками запах води – „затхлий”. речовини, гази та суспензовані домішки [158].

Органолептичні показники проб наведені у Таблицях 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3.

*Таблиця 4.2.1*

Проба № 1

Показник	Значення
Прозорість	31 см
Запах	3 бали, гнильний запах

Прозорість води чудова, але запах свідчить про наявність проблем. Найбільш характерний запах формується під час цвітіння водойм. З'являється через наявність в її складі органічних сполук.

*Таблиця 4.2.2*

Проба № 2

Показник	Значення
Прозорість	29 см
Запах	1 бал, невизначений запах

Прозорість є досить високою як для поверхневої води. Запах майже не відчутний, що свідчить про високу якість води.

*Таблиця 4.2.3*

Проба № 3

Показник	Значення
Прозорість	26 см
Запах	5 балів, пліснявий запах

Прозорість останньої проби була найнижча, але тим не менш знаходилася у межах норми (25см), проте сильний запах відобразив наявність проблем у водоймі. Це свідчить про низьку якість цієї проби води.

Вода має дивовижні хімічні властивості, які і визначили її неоціненне значення для всього живого на планеті [154]. Головна хімічна властивість питної води в тому, що вона виступає відмінним каталізатором, покращуючи реакції між іншими елементами, які без впливу H<sub>2</sub>O не відрізняються своєю активністю.

Природна вода, яка не пройшла етапи очищення і фільтрацію, містить в собі безліч компонентів – в твердому, рідкому і навіть газоподібному вигляді [148]. Тому H<sub>2</sub>O з різних джерел може кардинально відрізнятися своїм хімічним складом [123].

Хімічні показники, що характеризують масив поверхневих вод, доповнюють біологічні показники. Ці показники детально характеризують екологічний стан водойми та будь-яке відхилення від норми чи ГДК.

Протягом дослідження ми визначили та проаналізували вміст хлоридів, мінералізацію та рН рівень у пробах води.

Таблиця 4.2.4

Деякі гідрохімічні показники поверхневих вод річки Стрий

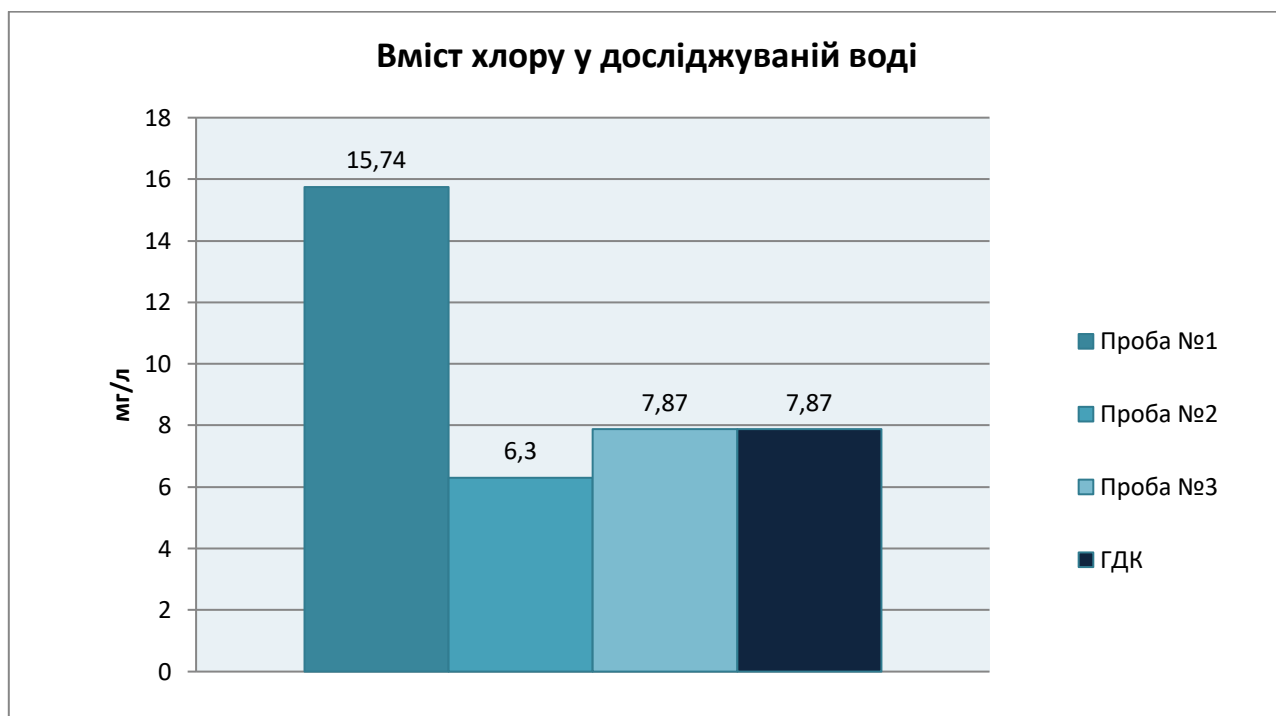
Назва проби	Хлориди, мг/л	Мінералізація, мг/л	рН
Проба № 1	15,74±5,77	360±34	6,5±0,33
Проба № 2	6,30±3,67	284±42	6,8±0,03
Проба № 3	7,87±2,10	334±8	7,2±0,37
Середнє значення	9,97±3,85	326±28	6,83±0,24

Джерелами надходження хлоридів у поверхневій воді є магматичні породи, до складу яких входять хлоровмісні мінерали, взаємодія атмосферних

опадів з ґрунтами, скиди побутових і промислових стічних вод [153]. Хлориди мають добру розчинність, слабо виражену здатність до сорбції завислими речовинами та споживання водними організмами. Вміст хлоридів визначає некарбонатну жорсткість води [117]. Концентрація хлоридів піддається сезонним коливанням і залежить від вимивання з гірських порід у вигляді розчинних сполук.

За вмістом хлоридних іонів ( $\text{Cl}^-$ ) вода р. Стрий відноситься до прісних природних вод 7,87 мг/л, а їх концентрація у воді становить у першій пробі (с. Ільник) – 15,74 мг/л, у другій пробі (нижче впадання притоки Яблунька) – 6,30 мг/л, а у третій (нижче впадання притоки Опір) – 7,87 мг/л. Результати подані у Діаграмі 4.2.1 та у таблиці 4.2.4. Просторова мінливість їх вмісту характеризується більш–менш рівномірним співвідношенням за течією ріки від верхньої ділянки спостережень до нижньої, за винятком максимального значення у воді села Ільник.

Діаграма 4.2.1



Мінералізація природних вод – сумарний вміст усіх виявлених при хімічному аналізі води мінеральних речовин; звичайно виражається в мг/дм<sup>3</sup>



(до 1000 мг/дм<sup>3</sup>) і в проміле (тисячна частка) – ‰ (понад 1000 мг/дм<sup>3</sup>), а також в г/л [163].

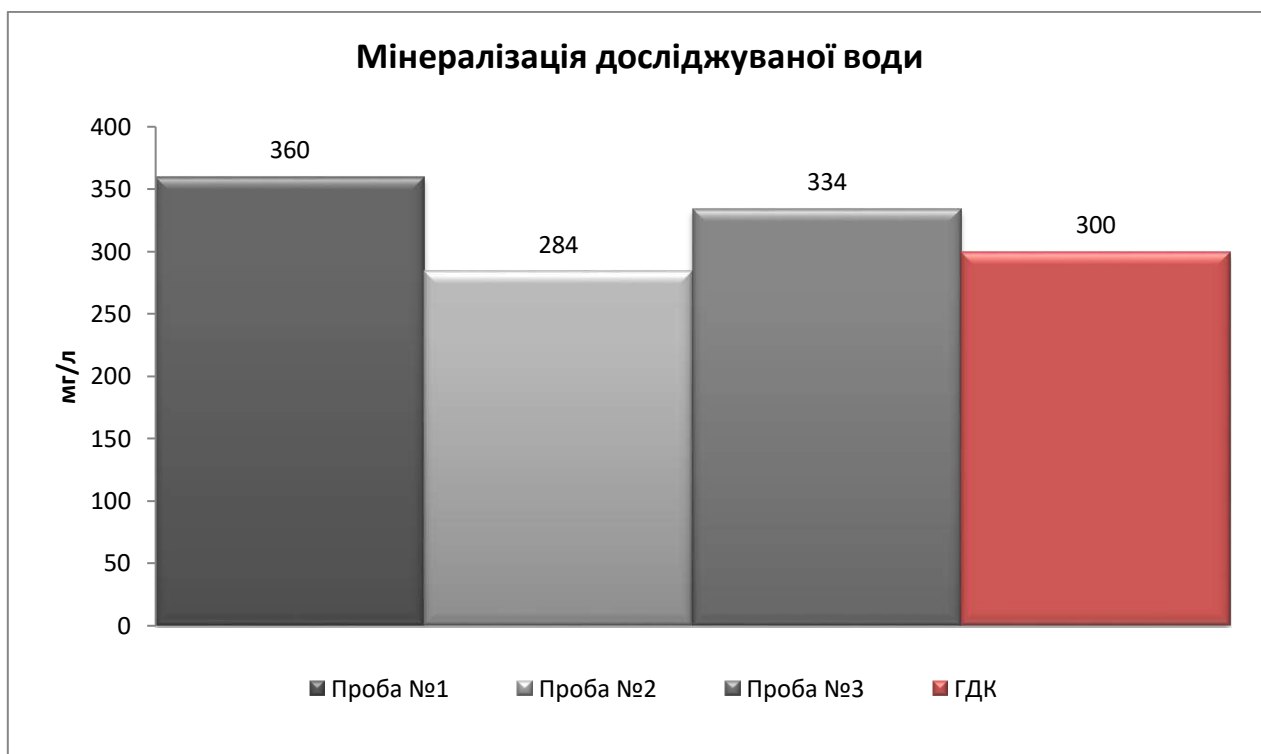
У прісних водах мінералізація на 90–95 % формується за рахунок основних іонів: аніонів – гідрокарбонатів, сульфатів, хлоридів; катіонів – кальцію, магнію, натрію, калію. У високомінералізованих водах їхня частка досягає 99 %.

Прісні води (поверхневі, підземні) – важливе джерело господарсько–питного водопостачання населення у всьому світі [139].

Мінералізація води всіх великих річок України та світу знаходиться в межах до 1 г/дм<sup>3</sup>, тобто вода прісна [135].

Проведені дослідження показали, що мінералізація р. Стрий в межах від 360 мг/л до 284 мг/л. Дані подані у Діаграмі 4.2.2 та у таблиці 4.2.4. ГДК мінералізації для річкової води 300 мг/л. Друга проба води є у межах норми, проте перша і третя перевищує ГДК.

Діаграма 4.2.2

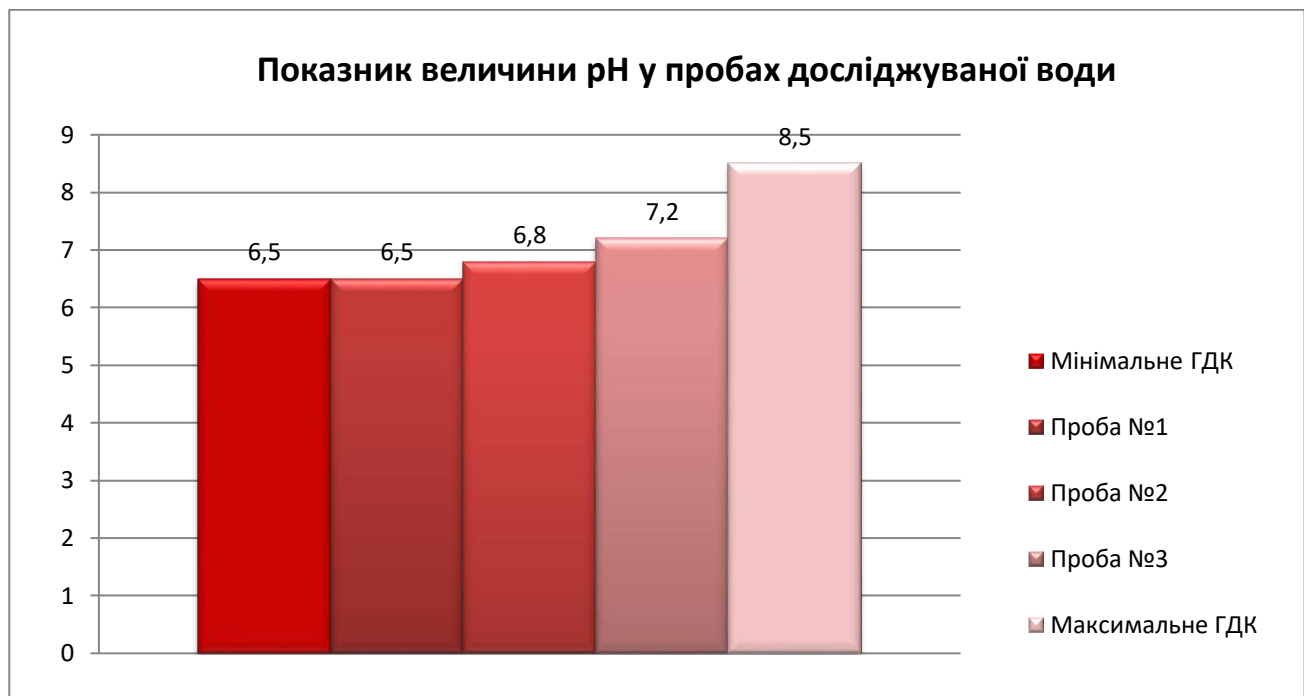


Вміст іонів водню у поверхневих водах визначається кількісним співвідношенням концентрацій вугільної кислоти та її іонів, геологічними особливостями водозбірного басейну річки. рН визначає ступінь її кислотності

або лужності [167]. Зміни рН тісно пов'язані з процесами фотосинтезу. Від розміру рН залежить розвиток і життєдіяльність водних рослин, сталість різноманітних форм міграції хімічних елементів, токсичність забруднюючих речовин [140]. Більшість поверхневих вод має нейтральну або слабнокислу реакцію (рН – від 6,0 до 8,0). Узимку величина рН для більшості річкових вод становить 6,8–7,4 од., улітку – 7,4–8,2 од. При значенні рН 4,0 – 6,0 од. у воді розвиваються гриби та дріжджі. Більшість бактерій обирають середовища, зі значеннями рН 6,5–7,5 [129].

Показник рН залежить від біологічних і хімічних процесів, що відбуваються у воді. Саме рівень рН вказує на ступінь корозійної агресивності води [172].

Діаграма 4.2.3



Оптимальний показник рівня рН для природної води коливається в межах 4.6 – 8.3 і при цьому не впливає на якість, роблячи її доступною до вживання. Показник рН для річкової води – 6,5–8,5 одиниць [156].

Знижений рівень рН води свідчить про її високі корозійних властивості. А ось підвищений кислотно–лужний показник – понад 11 одиниць – вже говорить про те, що така вода принесе шкоду здоров'ю та самопочуттю людини [137].

Найменше значення серед проб зафіксоване у пробі №1, а найбільше у пробі №3 і всі проби знаходяться у межах норми. Показник величини рН у досліджуваній воді наведений у діаграмі 4.2.3.

### 4.3. Дослідження вмісту сполук нітрогену вод річки

Біогенні елементи, як алохтонного, так і автохтонного походження в значній мірі визначають екологічний стан будь-якої водойми [110]. Від їх концентрації залежить не лише продуктивність річки, але і її санітарний стан. У свою чергу концентрації біогенних елементів та їх режим цілком залежать від інтенсивності біохімічних і біологічних процесів, що відбуваються у водоймах [176]. Важливу роль у формуванні режиму та динаміки біогенних речовин, особливо в урбанізованій зоні, відіграє антропогенний фактор. Відомо, що основним біогенним елементом, що визначає ступінь евтрофування природних водойм, та від якого залежить рівень розвитку і життєдіяльності гідробіонтів, є сполуки азоту [138]. Головним джерелом надходження біогенних речовин на досліджуваних ділянках ріки є комунальні та побутові стоки, а також надходження з сільськогосподарських угідь [122].

Для визначення біогенних елементів поверхневих вод річки Стрий ми провели аналіз вмісту амонію, нітратів та нітритів.

Встановлено, що у воді р. Стрий основною формою неорганічного азоту є його амонійна форма ( $\text{NH}_4^+$ ), вміст якої становив на першій ділянці становив 1,63 мг/л, на другій ділянці 1,12 мг/л, на третій ділянці – 0,58 мг/л. ГДК вмісту амонію у річковій воді – 1,5 мг/л, результати відображені у діаграмі 4.3.1 та у таблиці 4.3.1.

Нітрати потрапляють у поверхневі води за рахунок внутрішньоводоймових процесів нітрифікації амонійних іонів під дією нітрифікуючих бактерій, з атмосферними опадами, скидами промислових і побутових стічних вод, стоком з сільськогосподарських угідь, в яких містяться азотні добрива [144]. Пониження концентрацій нітратів пов'язане зі споживанням їх фітопланктоном і денітрифікуючими бактеріями. Частково нітрати поглинаються водними рослинами. Нітрати у поверхневих водах знаходяться в розчинній формі [157].

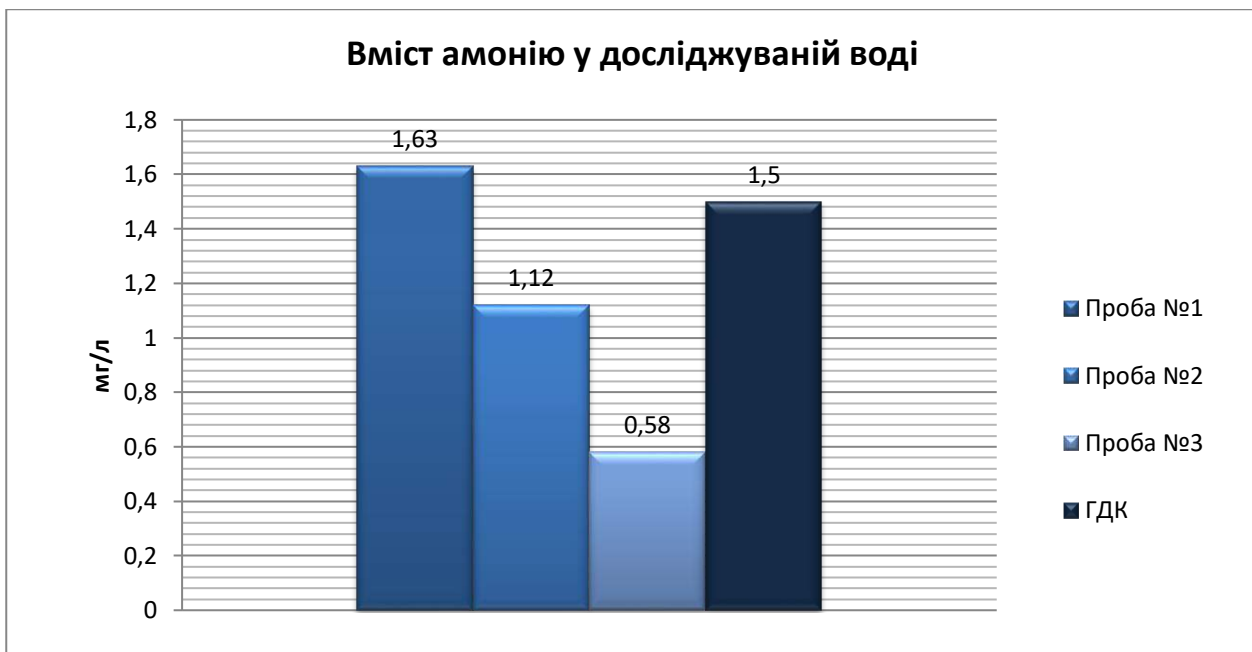
Концентрація нітратів піддається сезонним коливанням: мінімальна – у вегетаційний період, максимальна – восени, коли проходить розклад органічних речовин і перехід азоту з органічних форм у мінеральні. Амплітуда сезонних коливань вмісту нітратів може свідчити показником евтрофікації водного об'єкту [166].

Таблиця 4.3.1

Вміст сполук нітрогену у поверхневих водах річки Стрий

Назва проби	Амоній, мг/л	Нітрати, мг/л	Нітрити, мг/л
Проба №1	1,63±0,52	338,5±22,0	0,077±0,04
Проба №2	1,12±0,01	12,5±20,7	0,025±0,02
Проба №3	0,58±0,53	4±11,4	0,008±0,03
Середнє значення	1,11±0,35	118,33±18,0	0,04±0,03

Діаграма 4.3.1



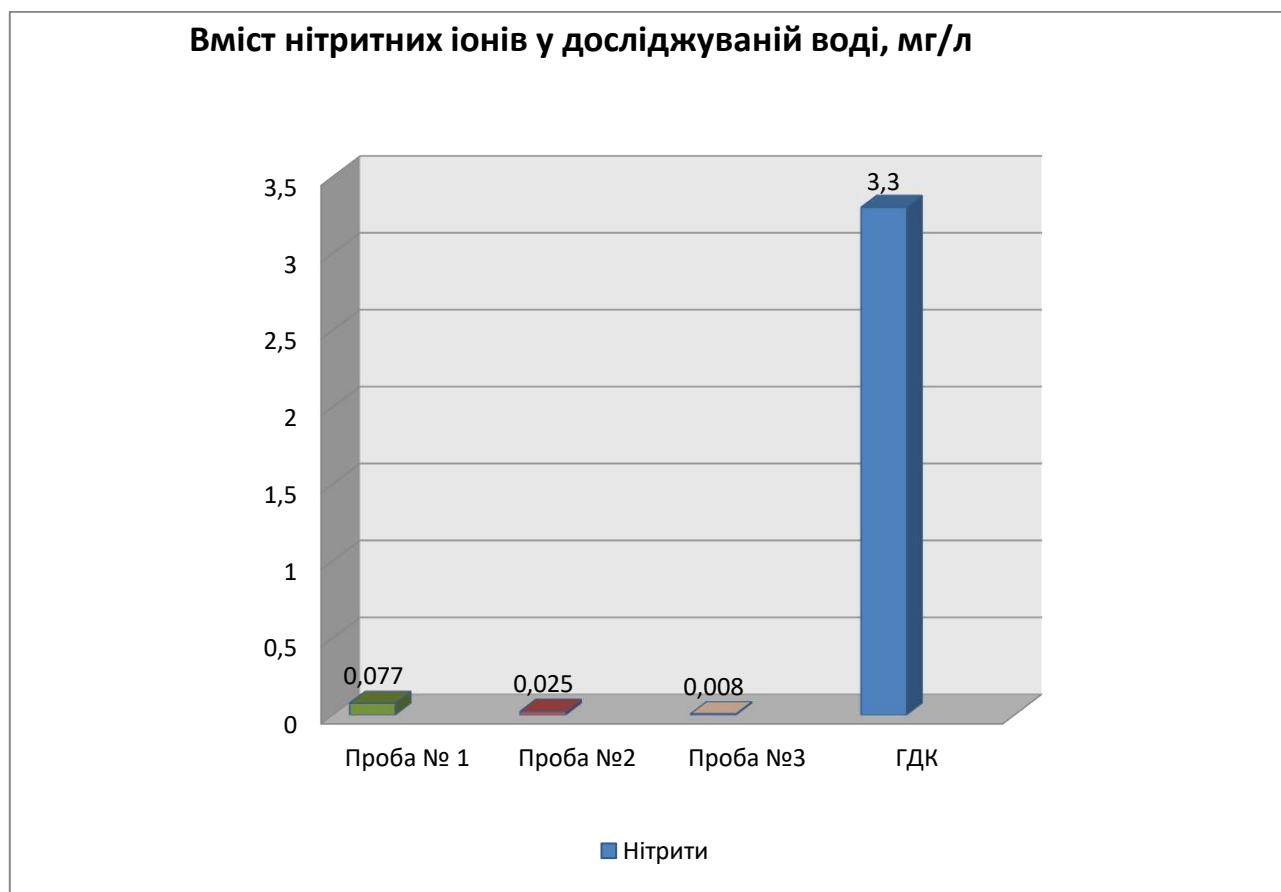
Як показали спостереження вміст нітратних іонів у воді р. Стрий становив: у першій пробі –338,5мг/л, у другій – 12,5 мг/л, у третій – 4 мг/л.

Характерною особливістю просторового розподілу амонійного азоту є, як правило, підвищення його концентрації в районах населених пунктів. Так,

максимальний вміст амонійного азоту спостерігався у населеному пункті – у селі Ільник, така доза перевищує ГДК і при тривалому вмісті є небезпечна. Це може бути пов'язано з тим, що проби були взяті в осінній період, коли вміст амонію у річковій воді збільшується внаслідок розкладу у ній біогенних речовин, але основним джерелом амонію є нерегульовані самовільні стоки каналізації в будинків та стоки гноївки. Мінімальними значеннями вирізнявся район нижче впадіння притоки Опір.

Як показали спостереження вміст нітритних іонів ( $\text{NO}_2^-$ ), у воді р. Стрий становив: у першій пробі – 0,077 мг/л, у другій – 0,025 мг/л, у третій – 0,008 мг/л, при ГДК – 3,3 мг/л. Дані наведені у таблиці 4.3.1 та на діаграмі 4.3.2.

Діаграма 4.3.2



Звертає на себе увагу суттєве збільшення вмісту цієї форми неорганічного азоту на ділянці річки поблизу с. Ільник, де концентрація нітритних іонів майже на порядок перевищувала ті, які спостерігались на інших ділянках.

Відомо, що нітритна форма азоту є нестійкою в процесі нітрифікації, а її тривала поява в підвищеній кількості є показником значного забруднення водойми, оскільки вказує на посилений розклад органічної речовини, тобто є важливим санітарним показником.

Добрива на основі нітритів, сечовини, похідних аміаку і сполук фосфору належать до небезпечних типів поллютантів, для окиснення яких потрібен кисень. Такого типу відходи при скиданні в природні водойми окиснюються розчиненим у них киснем, що призводить до різкого збільшення його витрат, зниження вмісту кисню у воді до рівня, недостатнього підтримання життя [145].

У результаті продукти реакцій окиснення –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  тощо замінюються на продукти відновних реакцій –  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ . Із води зникають морські водорості, фітопланктон, риби, поступово вода набуває смердючого запаху.

#### **4.4. Аналіз екологічного стану річки**

Екологічний стан річки Стрий можна точно оцінити і проаналізувати тільки, порівнявши дані нашого спостереження та дані інших досліджень.

Результати проведеного біотестування показали, що індекс фітотоксичності поверхневих вод р. Стрий у гірській частині досліджуваної території коливався в межах 11,44–33,58%. Це свідчить, про відсутність або слабкий рівень та середній рівні токсичності.

Третя проба води (с. Верхнє Синьовидне, Сколівська ОТГ) є розташована неподалік відібраних проб для проведення державного моніторингу вод за IV квартал 2019 року – р. Стрий, 78 км, с. Верхнє Синьовидне, лівий берег (з різницею в один місяць).

За даними державного моніторингу вміст хлоридів в обох зразках був однаковим та становив  $22,58 \text{ мг/дм}^3$ , а за даними проведеного нами дослідження –  $7,87 \text{ мг/дм}^3$ . Хлориди мають добру розчинність, слабо виражену здатність до сорбції завислими речовинами та споживання водними

організмами. Наявність високого вмісту хлоридів може свідчити про забруднення води господарсько-побутовими і промисловими стічними водами.

Результати державного моніторингу показали, що вміст амонію у воді річки Стрий становив 0,64 мг/дм<sup>3</sup> та 0,52 мг/дм<sup>3</sup>, а за даними нашого дослідження – 0,58 мг/дм<sup>3</sup>. Це свідчить про високу якість води, адже ГДК становить – 1,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Дані державного моніторингу відобразили, що рівень нітратів у річці становив 6,35 мг/дм<sup>3</sup> та 2,45 мг/дм<sup>3</sup>, а за нашими даними – 4 мг/дм<sup>3</sup>. Це добре розчинені у воді солі азотної кислоти. Високий їх вміст у воді свідчить про забруднення поверхневих вод, проте, у цьому випадку, усі показники відповідають нормам.

Вміст нітритів у воді за даними державного моніторингу становив 8 мг/дм<sup>3</sup> та 5 мг/дм<sup>3</sup>, а за нашими даними – 0,008 мг/дм<sup>3</sup>, а ГДК – 3,3 мг/дм<sup>3</sup>. Нітритна форма азоту є нестійкою в процесі нітрифікації, а її тривала поява в підвищеній кількості є показником значного забруднення водойми, оскільки вказує на посилений розклад органічної речовини, тобто є важливим санітарним показником. Проте, слід взяти до уваги те, що проби для державного моніторингу були відібрані у населеному пункті, тоді як проба для нашого дослідження була відібрана поза населеним пунктом, а, отже, відбувається процес нітрифікації і вміст нітритів стрімко падає. Високий вміст нітритів також пояснюється використанням добрив на основі нітритів, сечовини, похідних аміаку і сполук фосфору, що належать до небезпечних типів полютантів, для окиснення яких потрібен кисень. Такого типу відходи при скиданні в природні водойми окиснюються розчиненим у них киснем, що призводить до різкого збільшення його витрат, зниження вмісту кисню у воді до рівня, недостатнього підтримання життя.

Підсумовуючи проаналізовані дані, можна дійти до висновку, що біологічний метод оцінки екологічного стану поверхневих вод точно відобразив екологічну ситуацію річки Стрий.

Забруднення річки було відмічено як середнє, слабке та, навіть, відсутнє. Це пов'язано, насамперед, з районом, де було проведено дослідження – гірська

місцевість. Тут річка здатна ефективно та за короткий проміжок часу самоочиститися та мінімувати забруднення.

Така вода, пройшовши всі необхідні етапи очистки, може використовуватися для водопроводу та постачатися людям, адже не загрожує їх здоров'ю.

Біотестування – процедура оцінки навколишнього середовища за допомогою тест-об'єктів. У випадку оцінки якості води використовують реакцію певних видів живих організмів на забруднення. До тест-організмів висувають певні вимоги: вони повинні мати високу чутливість до токсичних речовин та легко розмножуватися у лабораторних умовах. Біоіндикація передбачає виявлення, що вже відбулося, або того, що відбувається забруднення навколишнього середовища за функціональними характеристиками особин.

У лабораторних умовах вивчали загальну токсичність води за методикою оцінки токсичності водних джерел за допомогою «ростового тесту» на основі обліку змін морфометричних показників проростання індикаторної культури, вирощеної на досліджуваних пробах води.

У якості тест-об'єктів використовували *Allium* сера L. Цибулю вирощувалася у пробірках з досліджуваною водою впродовж 10 діб. Контроль – стерильна вода з джерела питної води. Морфометричні параметри тест-рослин *Allium* сера L. вимірювали на четвертий, сьомий та десятий дні пророщування.

Аналіз результатів біотестування показав, що індекс фітотоксичності поверхневих вод р. Стрий у гірській частині досліджуваної території коливався в межах 11,44–33,58%.

В цілому, найнижчі показники фітотоксичності характерні для Проби 3, індекс коливається в межах 11,44–23,17 %, що відповідає середньому рівню токсичності за методикою Горової. Для Проби 1 та Проби 2 встановлена середня токсичність поверхневих вод (23,22–33,58 %). У зв'язку із протіканням річки Стрий у низовині, під час танення снігів усі токсичні речовини з дороги та узбіч потрапляли у води ріки.



З метою дослідження гідрохімічного режиму були відібрані проби води у р. Стрий та її притоках в осінній період спостережень та проведений фізико-хімічний аналіз.

Прозорість води першої проби чудова, але запах свідчить про наявність проблем. Найбільш характерний запах формується під час цвітіння водойм. З'являється через наявність в її складі органічних сполук. Прозорість другої проби є досить високою як для поверхневої води. Запах майже не відчутний, що свідчить про високу якість води. Прозорість третьої проби була найнижча, але тим не менш знаходилася у межах норми (25см), проте сильний запах відобразив наявність проблем у водоймі. Це свідчить про низьку якість цієї проби води.

Проведені дослідження показали, що мінералізація р. Стрий в межах норми тільки друга проба води, перша і третя перевищує ГДК.

Значення рН серед проб знаходяться у межах норми.

За вмістом хлоридних іонів ( $\text{Cl}^-$ ) вода р. Стрий відноситься до прісних природних вод, друга та третя проби були у межах ГДК, проте перша – перевищувала ГДК майже удвічі.

Біогенні елементи, як алохтонного, так і автохтонного походження в значній мірі визначають екологічний стан будь-якої водойми. Від їх концентрації залежить не лише продуктивність річки, але і її санітарний стан. У свою чергу концентрації біогенних елементів та їх режим цілком залежать від інтенсивності біохімічних і біологічних процесів, що відбуваються у водоймах.

Головним джерелом надходження біогенних речовин на досліджуваних ділянках ріки є комунальні та побутові стоки, а також надходження з с/г угідь.

Встановлено, що у воді р. Стрий основною формою неорганічного азоту є його амонійна форма ( $\text{NH}_4^+$ ), значення першої проби перевищили ГДК.

Як показали спостереження вміст нітратних та нітритних іонів у воді р. Стрий знаходилися у межах норми.

Добрива на основі нітритів, сечовини, похідних аміаку і сполук фосфору належать до небезпечних типів полютантів, для окиснення яких потрібен кисень. Такого типу відходи при скиданні в природні водойми окиснюються

розчиненим у них кисисеном, що призводить до різкого збільшення його витрат, знизення вмісту кисисену у воді до рівня, недостатнього підтримання життя .

У результаті продукти реакцій окиснення –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  тощо замінюються на продукти відновних реакцій –  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ . Із води зникають морські водорості, фітопланктон, риби, поступово вода набуває смердючого запаху.

Підсумовуючи проаналізовані дані, можна дійти до висновку, що біологічний метод оцінки екологічного стану поверхневих вод точно відобразив екологічну ситуацію річки Стрий.

Забруднення річки було відмічено як середнє, слабке та, навіть, відсутнє.

Така вода, пройшовши всі необхідні етапи очистки, може використовуватися для водопроводу та постачатися людям, адже не загрожує їх здоров'ю.

## ВИСНОВКИ

Річка Стрий є головною притокою Дністра та забезпечує питні потреби міст Стрий та Львів. Вона складається з гірської, передгірської та рівнинної частин. Річка має звивисте русло. Охоронний статус у р. Стрий мають 12 видів риби, що складає майже половину його іхтіофауни (46 %). З них 5 – занесено до Червоної книги України, 9 – до списків Бернської Конвенції, додатку III. Відмічено вид амфібіотичних комах красуня діва, який має природоохоронний статус: «вразливий». Також до видів, що охороняються, занесено 3 види амфібій.

Основними причинами забруднення води річки Стрий є: скидання неочищених і недостатньо очищених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти і через систему міської каналізації; потрапляння у водні об'єкти забруднюючих речовин з поверхневим стоком води із забудованих територій і сільськогосподарських угідь; ерозія ґрунтів на водозабірній площі.

Гострою проблемою річки є спорудження ГЕС та впровадження не до кінця обґрунтованого “зеленого тарифу”. Прикладом є Явірська ГЕС: гниле водосховище вище греблі ГЕС і зруйнована, майже безводна річка нижче. Схожа доля може очікувати територію поблизу міста Жидачева, але наслідки можуть бути значно серйознішими, адже у цьому місці на нерест відпливає риба з Дністра. Важливою проблемою залишається інтенсивний забір з русел річки гравію й піску, що спричиняє викривлення русел, створення умов для поширення водної ерозії ґрунтів, порушення природного балансу у басейнах рік, внаслідок чого вода забирає береги, підтоплюються населені пункти.

Очисні споруди не приносять прибутків, а через зниження температури гине спеціально вирощений намул, який очищує воду, тому доводиться його закуповувати знову. А на це часто немає коштів. У річку потрапляють неочищені води каналізаційних мереж, що є наслідком неефективної роботи очисних споруд, або їх відсутності.

Рівень екологічної свідомості залишається низьким. У результаті цього люди не розуміють проблеми стоку гноївки в воду, несанкціонованих сміттєзвалищ часто прямо на березі річки та інших ситуацій, які згодом призводять, бо збільшення рівня захворюваності населення цієї території.

Відходи нафто- і газодобувних підприємств без необхідної фільтрації потрапляють у річку, де не відбувається належним чином процес самоочищення. Найбільші забрудники: АТ “Нафтопереробний комплекс Галичина”, Роздільське ДГХП “Сірка” і ПАТ Стебницьке гірничо-хімічне підприємство “Полімінерал”.

Організація моніторингу води у сучасних умовах є дуже важлива. Під час оцінювання органолептичних властивостей проб води прозорість межах норми, проте запах першої та третьої проби був надто сильний, що свідчить про наявне забруднення води. Оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості води водних об'єктів. Для оцінки поверхневих вод використовують різні методи. Спостереження за якістю води ведуть за визначеними видами програм, які вибирають залежно від категорії пункту контролю.

Суть проведеного дослідження полягає у визначенні гідрохімічних показників, а саме органолептичних властивостей води (прозорість та запах), рівня рН (за допомогою рН-метра), вмісту хлоридів (методом Мора), біогенного забруднення нітрат- та нітрит-іонами (за допомогою відовлення нітратів до нітритів та фотоелектроколометричного методу), вмісту іонів амонію у воді (фотоколометричним методом), мінералізації та фітотоксичності.

Для екологічної оцінки річкових вод досліджуваної території восени були відібрані 3 проби річкової води. Зразки вод з річки Стрий відбирали в селі Ільник (Турківська ОТГ), поблизу міста Турка та у селі Верхнє Синьовидне (Сколівська ОТГ).

Живлення – дощове та снігове. Для річки характерні весняна повінь та літньо-осінні паводки (іноді паводки бувають взимку). Льодостав буває переважно з кінця листопада до середини березня.

Середньорічний стік води у Стрії – 40 м<sup>3</sup>/с. Стрий каламутний від 95 до 206 днів на рік. Каламутні води негативно впливають на рибицтво: весною затримують початок нересту, гальмують розвиток ікри.

Головним джерелом питного водопостачання території протікання річки є артезіанські свердловини та водозабори річки Стрий. За складом води Стрийського водозабору є гідрокарбонатно-сульфатні кальцієво-натрієві. Якісні характеристики вод згідно з умістом макрокомпонентів відповідають нормам щодо їх використання як води питної водопровідної.

У гірській частині Карпат води поверхнево-схилового стоку, які надходять у руслову мережу мають мінімальну мінералізацію в межах 37–150 мг/дм<sup>3</sup> і твердість води 0,8–1,5 ммоль/дм<sup>3</sup>. В іонному складі переважають гідрокарбонати і кальцій.

Проведені дослідження Інститутом гідробіології НАН України (м. Київ) проаналізували такі показники як: мінералізація ( в межах норми), вміст хлоридних іонів (Cl<sup>-</sup>) (у межах норми), вміст сульфатних іонів (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) , твердість води, вміст амонію, вміст нітритних іонів (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) , вміст фосфат-іонів, вміст кремнію та показники ПО розподіл органічних сполук. Всього на дослідженій ділянці фахівцями Інституту гідробіології НАН України (ІГБ НАНУ) р. Стрий зареєстровано 44 види водоростей, з яких переважна більшість з відділу Bacillariophyta, що в цілому характерно для гірських річок .

В басейні річки Стрий фахівцями інституту екології Карпат виявлено 45 видів гідрофільної флори. Значну частину дна на створах вкривали зарості водопериці, інколи траплялися рдести та елодея канадська . Вздовж берегів річки Стрий спостерігалися очеретяно-осокові пояси рослинності. Згідно з натурними матеріалами, таксономічне різноманіття безхребетних організмів водної товщі було незначним і представлено невеликою кількістю планктонних видів. Планктон р. Стрий кількісно бідний та представлений незначним числом планктонних видів, що є природнім для гірських річок.

За даними фахівців ІГБ НАНУ у басейні р. Стрий нараховується понад 120 видів тварин, які належать до 24 таксономічних груп вищого рангу. В угрупованні донних тварин за показниками чисельності безумовно домінують

амфібіотичні комахи, а за показниками біомаси двостулкові молюски роду *Unio*. Крім того відмічено вид *Calopteryx virgo* який має природоохоронний статус: „вразливий”.

Біотестування – процедура оцінки навколишнього середовища за допомогою тест-об'єктів. У випадку оцінки якості води використовують реакцію певних видів живих організмів на забруднення. До тест-організмів висувають певні вимоги: вони повинні мати високу чутливість до токсичних речовин та легко розмножуватися у лабораторних умовах. Біоіндикація передбачає виявлення, що вже відбулося, або того, що відбувається забруднення навколишнього середовища за функціональними характеристиками особин.

Біоіндикаційне діагностування стану навколишнього середовища має ряд переваг перед хімічними та фізико-хімічними методами дослідження, а саме вирізняється високою чутливістю до надслабких антропогенних змін якості середовища та дає можливість оцінити рівень забруднення в умовах великого різноманіття ситуацій.

Рослини є найбільш зручними і доступними об'єктами для біомоніторингу, оскільки вони є первинними ланками трофічних ланцюгів, виконують основну роль у поглинанні різноманітних забруднювачів і постійно зазнають їхнього впливу внаслідок закріплення на субстраті.

У лабораторних умовах вивчали загальну токсичність води за методикою оцінки токсичності водних джерел за допомогою “ростового тесту” на основі обліку змін морфометричних показників проростання індикаторної культури, вирощеної на досліджуваних пробах води.

У якості тест-об'єктів використовували *Allium* *sepa* L. Цибулю вирощувалася у пробірках з досліджуваною водою впродовж 10 діб. Контроль – стерильна вода з джерела питної води. Морфометричні параметри тест-рослин *Allium* *sepa* L. вимірювали на четвертий, сьомий та десятий дні пророщування.

Аналіз результатів біотестування показав, що індекс фітотоксичності поверхневих вод р. Стрий у гірській частині досліджуваної території коливався в межах 11,44–33,58%. В цілому, найнижчі показники фітотоксичності характерні для проби 3, що відповідає середньому рівню токсичності за

методикою Горової. Для проби 1 та проби 2 встановлена середня токсичність поверхневих вод (23,22–33,58 %). У зв'язку із протіканням річки Стрий у низовині, під час танення снігів усі токсичні речовини з дороги та узбіч потрапляли у води ріки.

З метою дослідження гідрохімічного режиму були відібрані проби води у р. Стрий та її притоках в осінній період спостережень та проведений фізико–хімічний аналіз. Проведені дослідження показали, що мінералізація р. Стрий в межах норми тільки друга проба води, перша і третя перевищує ГДК.

Вміст хлору перевищив ГДК у першій пробі. Це може бути пов'язане з скидами стічних вод у річку. Підвищений вміст хлоридів робить її малопридатною для водозабору, обмежує використання для багатьох технічних і господарських цілей, зрошення сільськогосподарських угідь.

Вміст амонію у другій і третій пробах був у межах ГДК, проте у першій пробі він перевищив межу ГДК. Вміст амонію у поверхневих водах постійно коливається і таке перевищення може бути пов'язане з сезоном відбору проб (осінь), з місцем відбору проби (населений пункт) та з регулярними скидами стічних вод у річку.

Значення рН серед проб знаходяться у межах норми.

Як показали спостереження вміст нітратних та нітритних іонів у воді р. Стрий знаходилися у межах норми.

Підсумовуючи проаналізовані дані, можна дійти до висновку, що біологічний метод оцінки екологічного стану поверхневих вод точно відобразив екологічну ситуацію річки Стрий.

Забруднення річки було відмічено як середнє, слабке та, навіть, відсутнє. Така вода, пройшовши всі необхідні етапи очистки, може використовуватися для водопроводу та постачатися людям, адже не загрожує їх здоров'ю.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Affek, A. (2016a). Dynamika krajobrazu: uwarunkowania i prawidłowości na przykładzie dorzecza Wiaru w Karpatach (XVIII–XXI wiek) (Vol. 251). IGiPZ PAN.
2. Anna Sierosławska Anna Rymuszka Renata Kalinowska Tadeusz Skowroński Adam Bownik Barbara Pawlik-Skowrońska “ Toxicity of cyanobacterial bloom in the eutrophic dam reservoir (Southeast Poland)” *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2009 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1002/etc.86>
3. Ashley P Pettit, Howard Kipen, Robert Laumbach, Pamela Ohman–Strickland, Kathleen Kelly–McNeill, Clarimel Cepeda, Zhi–Hua Fan, Louis Amorosa, Sara Lubitz, Stephen Schneider, Andrew Gow “Disrupted Nitric Oxide Metabolism from Type II Diabetes and Acute Exposure to Particulate Air Pollution” *Journal of urban health*, 2015 – Polish Academy of Sciences. URL: <http://www.ebi.ac.uk/biostudies/studies/S-EPMC4682772?xr=true>
4. Bates Bryson; Kundzewicz Zbigniew; Wu Shaohong “Climate Change and Water” *Journal of neuroscience research*, 2014 – Polish Academy of Sciences. Pages 145–147. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/552>
5. Burshtynska Kh. Monitoring of the riverbed of river Dniester using remote sensing data and GIS technologies / Kh. Burshtynska, V. Shevchuk, A. Babushka, S. Tretyak, M. Halochkin // 25th Anniversary Conference Geographic Information Systems Conference and Exhibition “GIS ODYSSEY 2018”. – p. 64–73.
6. Burshtynska Kh. Monitoring of the riverbeds of rivers Dniester and Tisza of the Carpathian region / Kh. Burshtynska, V. Shevchuk, S. Tretyak, V. Vekliuk // XXIII ISPRS Congress, Commission VII (Vol. XLIB7) 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic. – p. 177–182, doi:10.5194/isprs-archives-XLI-B7-177-2016, (“Scopus”).
7. Burshtynska Kh., Monitoring of the riverbed of river Dniester of the Carpathian Region using GIS technologies / Kh. Burshtynska, I. Zayac, S. Tretyak, M.



- Halochkin // Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji. – 2017. – vol. 29. – pp. 25–36. (Index Copernicus)
8. Carson M.A. The inherent asymmetry of river meander planforms / M.A. Carson, M.F. Lapointe // *Journal of Geology*, 1983. – Vol. 91. – pp. 41–55.
  9. CDOT Drainage Design Manual Bank Protection CHAPTER 17 BANK PROTECTION. – 2013. – 77 p.
  10. Czeslav Puchalski, Swietlana J. Woloszanska, Jan Gasior, Wiktor Senkiw, Wasyl Stachiv, Witalij Fil, Natalija Hojwanowycz. Reclamation of landfill from potassium fertilizers production in Stebnik and mining the deposit and ozokerite (earth wax) cleaning in Boryslaw. – Rzeszow, 2014. – P.16 – 31
  11. Dombrovskiy K.O. Tekhnolohichni rishennia shchodo rozchystky rusel malykh richok dlia okhorony zemel vid pidtoplennia ta vidnovlennia porushenykh vodotokiv / K.O. Dombrovskiy, K.S. Krupyey // Aktualni pytannia biolohii, ekolohii ta khimii. Rozdil: Okhorona navkolyshnoho seredovyscha ta ratsionalne pryrodokorystuvannia. – 2012. – №2. – S. 83–88.
  12. Dorota Sanocka Piotr Jędrzejczak Anna Szumała-Kaękol Monika Frączek Maciej Kurpisz “ Male Genital Tract Inflammation: The Role of Selected Interleukins in Regulation of Pro-Oxidant and Antioxidant Enzymatic Substances in Seminal Plasma” *Journal of anthropology*, 2018 – Polish Academy of Sciences. Pages 448–455. URL: <https://doi.org/10.1002/j.1939-4640.2003.tb02693.x>
  13. Emmanuelle Lerat, Vincent Daubin, Howard Ochman, Nancy A. Moran “Evolutionary Origins of Genomic Repertoires in Bacteria” *PLoS BIOLOGY*, 2015 – Polish Academy of Sciences. 0808 p.
  14. Fitotestuvannia yak ekspres–metod otsinky toksychnosti naftozabrudnennykh gruntiv // [M. Horon, N. Dzhura, O. Romaniuk, L. Shevchuk, N. Senechyn, O. Teren] // *Visn. Lviv. un–tu. Serii biolohichna*. – 2012. – Vyp. 58. – S. 185–192.
  15. Hajdukiewicz H. Impact of a large flood on mountain river habitats, channel morphology, and valley infrastructure / H. Hajdukiewicz, B. Wyżga, P. Mikuś, J. Zawiejska, A. Radecki–Pawlik // *Geomorphology*. – 2016. –Vol. 272. – pp. 55–67.

16. Hamar I. The Upper Tisa Valley / I. Hamar, A. Sarkany–Kiss // Proposal for Ramsar Site Designation and an Ecological Background. – 1999. – pp. 502.
17. Hoivanovych N., Antonyak H., Kossak H., Krupinska E. Monitoring quality of well waters in Sambir region by physical and chemical indicators. Ecology and human health / Edited by Andrzej Krynski, Georges Kamtoho Tebug, Svitlana Voloshanska. – Czestochowa: Educator, 2019. – Chapter 8. – P. 91 – 100.
18. Hoivanovych N., Antonyak H., Pavlyshak Y., Bontey N. Quality analysis of water supply sources by hygienic indexes using an example of the specialized regions in the Lviv region. Acta Carpathica. 2017, 28, 55 – 61.
19. Jan Albrecht, Monika Dolińska “Glutamine as a pathogenic factor in hepatic encephalopathy” Journal of neuroscience research, 2001 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1002/jnr.1121>
20. Jan O. Korbel, Tobias Doerks, Lars J. Jensen, Carolina Perez–Iratxeta, Szymon Kaczanowski, Sean D. Hooper, Miguel A. Andrade, Peer Bork «Systematic Association of Genes to Phenotypes by Genome and Literature Mining» PLoSBIOLOGY, 2017 – Polish Academy of Sciences. 0819 p.
21. Jaskulski M. Porównanie metod transformacji map historycznych (Comparison of methods of historical map transformation) / M. Jaskulski, G. Łukasiewicz, M. Nalej // „Roczniki Geomatyki”, 2013. – Vol. XI, z. 4(61), s. 41–57.
22. Kaniecki A. Zmiany koryta noteci w jej środkowym odcinku / A. Kaniecki, M. Ptak // Badania fizjograficzne R. VII – Seria a – Geografia fizyczna (a67), 2016. – str. 069–076. doi 10.14746/bfg.2016.7.6
23. Kaniecki A. Zmiany koryta noteci w jej środkowym odcinku / A. Kaniecki, M. Ptak // Badania fizjograficzne R. VII – Seria a – Geografia fizyczna (a67), 2016. – str. 069–076. doi 10.14746/bfg.2016.7.6
24. Kaszowski L. Mountain river channel classification systems / L. Kaszowski, K. Krzemień // Prace Geogr., IG UJ, 1999. – str. 104.
25. Kaszowski L. Mountain river channel classification systems / L. Kaszowski, K. Krzemień // Prace Geogr., IG UJ, 1999. – str. 104. 268. Kellerhals R. Classification and analysis of river processes / R. Kellerhals, M. Church, D.I.

- Bray // Journal of Hydraulic Division, ASCE, 1976. – Vol.102. – No.HY7. – pp. 813–829.
26. Korpak J. Morfologiczna rola budowli regulacyjnych w górskich systemach fluwialnych / J. Korpak // Rozprawa doktorska, archiwum IG i GP UJ, Kraków, 2007.
  27. Korpak J. Wpływ czynników antropogenicznych na zmiany koryt cieków karpaccich / J. Korpak, K. Krzemiń, A. Radecki–Pawlik // Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Monografia 4. PAN, Kraków, 2008. – s.1–88.
  28. Krechkivska G., Voloshanska S., Ivasivka A. The researches of soil microorganisms on the dumps of Borislav ozokeryt field // Acta Carpathica 24 – – C. 128 – 123
  29. Krocak, R., Bryndał, T. (2017). Wykorzystanie numerycznych modeli terenu do generowania systemu drenażu powierzchniowego, funkcjonującego podczas opadów nawalnych. Podstawy metodyczne na podstawie studium przypadku zlewni Zalasówki (Pogórze Ciężkowickie). Przegląd Geograficzny, 89(1), 67–85.
  30. Kruta N., Pylypovych O. Wpływ wykorytania wody na jakościowe cechy wód powierzchniowych rzeki Ług (dorzecze Dniestru). Prace studenckiego koła geografów Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie. Kraków, 2014. Vol. 3. s. 75–85.
  31. Krzemiń K. Badania struktury i dynamiki koryt rzek karpaccich / K. Krzemiń // Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi PAN, Kraków. – 2006. – Vol 4(1). – Str. 131–142.
  32. Kurczyński Z. Lotnicze i satelitarne obrazowanie Ziemi. Cz. 1 i 2 / Z. Kurczyński // OWPW. – 2013. – str. 582.
  33. Łajczak A. The impact of river regulation, 1850–1990, on the channel and floodplain of the Upper Vistula River, Southern Poland / A. Łajczak, E. J. Hickin // River Geomorphology. Wiley, Chichester, 1995. – s. 209–233.
  34. Lamarre H. The role of morphology on the displacement of particles in a step–pool river system / H. Lamarre, A. Roy // Geomorphology. – 2008. –Vol. 99. – pp. 270–279.

35. Leonora Buzanska, Joanna Sypecka, Silvia Nerini-Molteni, Anna Compagnoni, Helena T. Hogberg, Riccardo del Torchio, Krystyna Domanska-Janik, Jens Zimmer, Sandra Coecke “A Human Stem Cell-Based Model for Identifying Adverse Effects of Organic and Inorganic Chemicals on the Developing Nervous System” *Stem Cells*, 2009 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1002/stem.179>
36. Leopold L.B. River meanders / L.B. Leopold, M.G. Wolman // *Bulletin of the Geological Society of America*, 1960. – Vol. 71. – pp. 769–794.
37. Leopold L.B. River channel pattern: braided, meandering and straight / L.B. Leopold, M.G. Wolman // *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 282 B*, 1957. – pp. 39–85.
38. *Living with the River: A Guide to Understanding Western Washington Rivers and Protecting Yourself from Floods* [Электронный ресурс]. – Режим доступа до статті: <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/documents/0706016.pdf>
39. Luba Katz, Rebecca V Fink, Samuel R Bozeman “Using Health Care Utilization and Publication Patterns to Characterize the Research Portfolio and to Plan Future Research Investments” *PLoS BIOLOGY*, 2012 – Polish Academy of Sciences. 5 p.
40. Maciej Szymanski, Jan Barciszewski “RNA Regulation in Mammals” *Annals of the New York academy of sciences*, 2006 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1196/annals.1354.066>
41. Magdaleno F. Experimental floods: A new era for Spanish and Mediterranean rivers? / F. Magdaleno // *Environmental Science and Policy*. – 2017. – Vol. 75. – pp. 10–18.
42. Margot W. Parkesab, Karen E. Morrisonbc, Martin J. Bunchbd, Lars K. Hallströmbe, R. Cynthia Neudoerfferbf, Henry D.Venemabg, David Waltner-Toewsbc “Towards integrated governance for water, health and social-ecological systems: The watershed governance prism” *Global Environmental Change*, 2018 – Polish Academy of Sciences. Pages 693–704. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.06.001>

43. Marta Orłowska, Stanisław L. Randzio “Water content influence on thermal and volumetric properties of wheat starch gelatinization under 10 MPa” *Annals of the New York academy of sciences*, 2009 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05205.x>
44. Muhar S. Restoring riverine landscapes: successes and deficits in the context of ecological integrity / S. Muhar, M. Jungwirth, G. Unfer, C. Wiesner, M. Poppe, S. Schmutz, H. Habersack // 6th Intern. Gravel Bed Rivers Workshop, Lienz, Austria, 5–9 September 2005. – pp. 779–803.
45. Mularz S. Podstawy teledetekcji. Wprowadzenie do GIS / S. Mularz // Politechnika Krakowska, Kraków. – 2004. – Str. 67.
46. Murzewski W. Rozwój triangulacji na południu Polski / W. Murzewski // *Wiadomości Służby Geograficznej*, 1936. – Vol. 2. – str. 208–238.
47. Natalia Proskura “Bioindication And Biomonitoring Of Air Pollution” *Life Science Journal* 2015; 12(8) – Polish Academy of Sciences. URL: [http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life120815/010\\_28991life120815\\_65\\_67.pdf](http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life120815/010_28991life120815_65_67.pdf)
48. Nawieśniak M. Charakterystyka zmian przebiegu koryta Krzyworzeki oraz potoku Niedźwiadek na terenie gminy Wiśniowa w ujęciu historycznym / M. Nawieśniak, M. Strutyński, J. Hernik // *Czasopismo naukowo–kulturalne EPISTEME*, 2014. – Nr 22. – t.2. – s. 321–327.
49. NIMA (National Imagery and Mapping Agency), 2000: Department of Defense World Geodetic System 1984 – Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems. Technical Report 8350.2. Wydanie trzecie. St. Louis, Missouri, USA.
50. Noszczyk T. Wykorzystanie map topograficznych do analizy zmian przebiegu koryta rzeki Krzyworzeka / T. Noszczyk, M. Nawieśniak, J. Hernik, M. Strutyński, J. Taszakowski // *EPISTEME: Czasopismo Naukowo–Kulturalne*, ISSN 1895–4421, 26/2015. – t. II. – s. 109–116.
51. Ntajal J. Flood disaster risk mapping in the Lower Mono River Basin in Togo, West Africa / J. Ntajala, B. Lamptey, I. Mahamadou, K. Nyarko // *International Journal of Disaster Risk Reduction*. – 2017. – Vol. 23. – pp. 93–104.

52. Parker G. On the cause and characteristic scales of meandering and braiding in rivers / G. Parker // *Journal of Fluid Mechanics*, 1976. – Vol. 76. – Part 3. – pp. 457-479.
53. Parker G. Self-formed straight rivers with equilibrium banks and mobile bed / G. Parker // *Journal of Fluid Mechanics*, 1978. – Vol. 89. – Part 1. – pp. 109–125.
54. Philippe Garzon, Mark J Eisenberg “Variation in the mineral content of commercially available bottled waters: implications for health and disease” *The American Journal of Medicine*, 2008 – Polish Academy of Sciences. URL: [https://doi.org/10.1016/S0002-9343\(98\)00189-2](https://doi.org/10.1016/S0002-9343(98)00189-2)
55. Piégay H. Channel instability as control on silting dynamics and vegetation patterns within fluvial aquatic zones / H. Piégay, G. Bornette, A. Citterio, E. Hérouin, B. Moulin, C. Statiotis // *Hydrological Processes*, 2000. – Vol. 14. – pp. 3011–3029.
56. Pirmez C. Morphology and structure of Amazon channel / C. Pirmez, R.D. Flood, D.J. Piper, W. A. Klaus // *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports*, 1995. – Vol. 155. – pp. 23–45.
57. Promoting healthy lifestyle: health and environment: monographic series. Volume 2; under the editorship of prof. N. V. Skotna // редактори–упорядники Svitlana Voloshanska, Henrik Sobchuk, Mykola Odrekhivskyi, Vitaliy Fil, Vasyl Stakhiv, Olena Voloshyn, Halyna Kovalchuk. – Drohobych : Publication Department at Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, 2017. – 384 p.
58. Ramesh D. Morphometric characteristics of Nandiyar river basin, Tamil Nadu, India / D. Ramesh, D.K. Raju, R. Jaganathan // *Nature Environment and Pollution Technology*, (2009–09). – Vol. 8 (3). – pp. 545–550.
59. Richards K. Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and a potential modelling strategy / K. Richards, J. Brasington, F. Hughes // *Freshwater Biology*, 2002. – Vol. 47. – pp. 559–579.

60. Richter B.D. Prescribing flood regimes to sustain riparian ecosystems along meandering rivers / B.D. Richter, H.E. Richter // *Conservation Biology*, 2000. – Vol. 14. – No. 5. – pp. 1467–1478.
61. Righini M. Geomorphic response to an extreme flood in two Mediterranean rivers (northeastern Sardinia, Italy): Analysis of controlling factors / M. Righini, N. Suriana, E. Wohl, L. Marchic, F. Comitid, W. Amponsah, M. Borga // *Geomorphology*. – 2017. – Vol. 290. – pp. 184–200.
62. River Bank Protection Amrapalli Garanaik Joel Sholtes CIVE 717 – April 11. – 2013. – 20 p.
63. Robert A. River processes: an introduction to fluvial dynamics / A. Robert // London, United States by Oxford University Press. – 2003. – p. 214.
64. Rosgen D.L. A practical method of computing streambank erosion rate / D.L. Rosgen // In Proc. 7th Federal Interagency Sedimentation Conf. II, Denver, Colo.: U.S., 2001. – Vol. 1, str. 9–17. [Electronic resource]. Access mode: [https://pubs.usgs.gov/misc/FISC\\_1947–2006/pdf/1st–7thFISCs–CD/7thFISC/7FiscV1/7FISC1–2.pdf](https://pubs.usgs.gov/misc/FISC_1947–2006/pdf/1st–7thFISCs–CD/7thFISC/7FiscV1/7FISC1–2.pdf).
65. Ryszard Pluta “The Role of Apolipoprotein E in the Deposition of  $\beta$ -Amyloid Peptide during Ischemia-Reperfusion Brain Injury: A Model of Early Alzheimer's Disease” *Annals of the New York academy of sciences*, 2006, – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1749–6632.2009.05205.x>
66. Safranov T. A. Odessa State Environmental University MINERALIZATION OF DRINKING WATER AS INDICATOR OF WATER QUALITY AND FACTOR OF THE E INFLUENCE TO THE HUMAN HEALTH, Odessa, 2014 – Ods. 198. – pp. 22–25.
67. Seda Ugras “Evaluating of altered hydration status on effectiveness of body composition analysis using bioelectric impedance analysis” *PLoS BIOLOGY*, 2014 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/19932820.2020.1741904?needAccess=true>

68. Selikoff IJ “Household risks with inorganic fibers” PLoSBIOLOGY, 2011 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://europepmc.org/article/MED/6947851>
69. Sílvia Lopes, Fabianne Ribeiro, Jacek Wojnarowicz, Witold Łojkowski, Kerstin Jurkschat, Alison Crossley, Susana Loureiro “Zinc oxide nanoparticles toxicity to *Daphnia magna*: size-dependent effects and dissolution” Environmental Toxicology and Chemistry, 2013 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1002/etc.2413>
70. Słomczyński J. Uzgodnienie triangulacji na obszarze Polski / J. Słomczyński // Wiadomości Służby Geograficznej, 1933. – Vol. 4. – str. 313–351.
71. Szwed, M.; Karg, G.; Pinskiwar, I.; Radziejewski, M.; Graczyk, D.; Kedziora, A.; Kundzewicz, Z. W. “ Climate Change and its Effect on Agriculture, Water Resources and Human Health Sectors in Poland” Natural Hazards and Earth System Sciences, 2013 – Polish Academy of Sciences. URL: <http://hdl.handle.net/10535/6430>
72. Tanguy M. River flood mapping in urban areas combining Radarsat–2 data and flood return period data / M. Tanguy, K. Chokmani, M. Bernier, J. Poulin, S. Raymond // Remote Sensing of Environment. – 2017. – Vol. 198. – pp. 442–460.
73. Therrell M. A multi–century tree–ring record of spring flooding on the Mississippi River / M. Therrell, M. Bialecki // Journal of Hydrology. – 2015. – V. 529. – pp. 490–499.
74. Timár G. GIS integration of the second military survey sections — a solution valid on the territory of Slovakia and Hungary / G. Timár // Kartografické listy, 2004. – Vol. 12. – str. 119– 126.
75. “Contractility Patterns of Human Leg Lymphatics in Various Stages of Obstructive Lymphedema” Annals of the New York academy of sciences, 2015 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1196/annals.1413.010>
76. Wang G. Estimation of future water resources of Xiangjiang River Basin with VIC model under multiple climate scenarios / G. Wang, J. Zhang, Y. Xu, Z. Bao, X. Yang // Water Science and Engineering. – 2015. – Vol. 8 (1). – pp. 1–17.



77. Watson A.J. Stream bank erosion: a review of processes of bank failure, measurement and assessment techniques, and modelling approaches / A.J. Watson, L.R. Basher // Integrated Catchment Management Programme Report Series: Bank erosion review. – Landcare ICM Report No. 2005–2006/01. – p. 32.
78. Wen L. Monitoring and numerical analysis of behaviour of Miaojiaba concrete face rockfill dam built on river gravel foundation in China / L. Wen, J. Chai, Zengguang Xu, Y. Qin, Y. Li // Computers and Geotechnics. – 2017. – V. 85. – pp. 230–247.
79. Wido Schmidt, Katrin Bornmann, Lutz Imhof, Joanna Mankiewicz, Katarzyna Izydorczyk “ Assessing drinking water treatment systems for safety against cyanotoxin breakthrough using maximum tolerable values”, 2008 – Environmental Toxicology and Chemistry, 2013 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1002/tox.20341>
80. Wieslaw Wiczowski, Jerzy Romaszko, Adam Bucinski, Dorota Szawara–Nowak, Joanna Honke, Henryk Zielinski, Mariusz K. Piskula “ Quercetin from Shallots (*Allium cepa* L. var. *aggregatum*) Is More Bioavailable Than Its Glucosides” Journal of nutrition, 2013 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1093/jn/138.5.885>
81. Wochna A. Systemy Informacji Geograficznej o jednostkach architektoniczno krajobrazowych. Źródła Kartograficzne w Badaniach Krajobrazu Kulturowego / A. Wochna // Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego, Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, Sosnowiec, 2012. – nr 16. – str. 95–104.
82. Wohl E. Particle dynamics: The continuum of bedrock to alluvial river segments / E. Wohl // Geomorphology. – 2015. –Vol. 241. – pp. 192–208.
83. Wojciech Dmuchowski, Dariusz Gozdowski, Aneta Helena Baczewska, Paulina Brągoszewska “Evaluation of various bioindication methods of measuring zinc environmental pollution” Int. J. Environment and Pollution, Vol. 51, Nos. 3/4, 2013 – Polish Academy of Sciences. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Wojciech\\_Dmuchowski/publication/27424](https://www.researchgate.net/profile/Wojciech_Dmuchowski/publication/27424)

8996 Evaluation of various bioindication methods of measuring zinc environmental pollution/links/583c05a108ae3a74b4a18161/Evaluation-of-various-bioindication-methods-of-measuring-zinc-environmental-pollution.pdf

84. Wojciech Krztoń, Krzysztof Pudaś, Agnieszka Pociecha, Magdalena Strzesak, Joanna Kosiba, Edward Walusiak, Ewa Szarek-Gwiazda, Elżbieta Wilk-Woźniak “ Microcystins affect zooplankton biodiversity in oxbow lakes” Environmental Toxicology and Chemistry 2011 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1002/etc.3519>
85. Wolski J. Błędy i niepewność w procesie tworzenia map numerycznych / Źródła Kartograficzne w Badaniach Krajobrazu Kulturowego. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego, Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, Sosnowiec, 2012. – nr 16. – str. 15–32.
86. Yang X. Satellite remote sensing and GIS for the analysis of channel migration changes in the active Yellow River Delta, China / X. Yang, J. Damen, R.A. Zuidam // International Journal of Remote Sensing. – 1999. – Vol. 2. – pp. 146–160.
87. Zachwatowicz M. Detekcja historycznych przemian pokrycia terenu z zastosowaniem logiki rozmytej / M. Zachwatowicz // Źródła Kartograficzne w Badaniach Krajobrazu Kulturowego. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego. Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, Sosnowiec. – 2012. – nr 16. – str. 84–94.
88. Zbigniew W. Kundzewicz, Piotr Matczak “Climate change regional review: Poland” Wires climate change, 2017 – Polish Academy of Sciences. URL: <https://doi.org/10.1002/wcc.175>
89. Zolezzi G. Modeling morphodynamic processes in meandering rivers with spatial width variations / G. Zolezzi, R. Luchi, M. Tubino // Rev. Geophys., 2012. – Vol. 50(4). – pp. 1–24.
90. Бриндзя І.В. Оцінка якості поверхневих вод Прикарпаття за її фізико-хімічними показниками // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету: зб. наук. праць. Сер.: Біологія. 2011. № 2 (47). С. 7-11.

91. Вишневецький В. І. Про стан малих річок України: *Меліорація і водне господарство*. Харків, 2014. Вип. 80. С. 47–58.
92. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
93. Волошкіна О.С., Гандзюра В.П. Екологічні основи управління водними ресурсами: навч. посіб. Київ, 2017. 49 с.
94. Гідроекологічна характеристика річки Дністер. URL: [https://knowledge.allbest.ru/geology/3c0a65635b2ac79a5c53a88421206d27\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/geology/3c0a65635b2ac79a5c53a88421206d27_0.html).
95. Гойванович Н. К. «Сучасний стан та перспективи розвитку біо- і агроценозів в умовах постійного техногенного забруднення»: матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів (Трускавець, 19-20 жовтня 2006 р.). – Дрогобич, 2006. – С. 56-57
96. Гойванович Н. К., Антоняк Г. Л., Коссак Г. М. Моніторинг показників якості криничних вод Стрийського району // Наукові доповіді НУБіП України. – 2018. – №5(75). – 12 с. Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/issue/view/450>
97. Гойванович Н., Гоцинець С., Монастирська С. Вивчення санітарно-гігієнічних показників криничних вод Долинського району Івано-Франківської області. «Сучасні проблеми біології, валеології, хімії та екології»: Збірник наукових праць студентів-випускників біологічного факультету. – Дрогобич: Ред.-вид. ДДПУ, 2016. – Вип. VI. – С. 46 – 50.
98. Гойванович Н., Оришак І. Сезонна динаміка санітарно-гігієнічних показників якості криничних вод села Болехівці. «Сучасні проблеми біології, валеології, хімії та екології»: Збірник наукових праць студентів-випускників біологічного факультету. – Дрогобич: Ред.-вид. ДДПУ, 2018. – Вип. VII. – С. 64 – 69.
99. Гойванович Н.К., Антоняк Г. Л., Коссак Г. М. Моніторинг показників якості криничних вод Стрийського району. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів та природокористування. – 2018. – № 5 (75). – Режим доступу:

100. Гойванович Н.К., Івасівка А.С., Антоняк Г.Л. Вміст сполук азоту у криничних водах Долинського району Івано-Франківщини. «Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення»: збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції (Дрогобич, 12 – 14 жовтня 2016 р.). – Дрогобич: Ред.-вид. ДДПУ, 2016. – С. 56 – 58.
101. Гойванович Н.К., Монастирська С.С., Антоняк Г.Л. Оцінка якості криничних вод деяких населених пунктів Долинського району за вмістом сполук азоту // Науковий вісник Львівського лісотехнічного університету. 2016. Випуск 26.7. С. 202-207.
102. Гопцій М.В. Обґрунтування характеристик схилового припливу дощових паводків на річках Карпат / М.В. Гопцій // Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених «Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення» : Збірник наук. праць. – Київ, 2016 – С. 19–21.
103. Горбачова Л. О. Сучасні пріоритети та напрямки гідроекологічних досліджень річкових басейнів / Л. О. Горбачова // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. Збірник. – 2006. – Том 11. – С. 338–341.
104. Горішний П. Горизонтальні деформації нижньої течії русла річки Стрий у 1896–2006 рр. / П. Горішний // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. – 2014. – 2014. – С. 68–74. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/prgeomorpal\\_2014\\_2014\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/prgeomorpal_2014_2014_10).
105. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДсанПіН 2.2.4–171–10). К., 2010. <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>
106. Екологічна програма Стрийського району на 2013–2017 роки: Додаток до рішення XVII-ої сесії VI демократичного скликання Стрийської районної ради від 27 червня 2013 року № 223. Стрий, 2013. 6 с.
107. Екологічний паспорт Львівської області 2016 р. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.ekologia.lviv.ua>

108. Екологічний паспорт Львівської області 2017 р. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.ekologia.lviv.ua>
109. Екологічний паспорт Львівської області 2018 р. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.ekologia.lviv.ua>
110. Екологічний паспорт Львівської області 2018 р. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.ekologia.lviv.ua>
111. Екологічний паспорт Львівської області 2019 р. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.ekologia.lviv.ua>
112. Звіт з оцінки впливу на довкілля будівництва малої гідроелектростанції потужністю до 2,0 МВт на річці Стрий біля села Довге, Дрогобицького району, Львівської області: реєстраційний номер 20181252331. Золочів, 2019. 35 с.
113. Ісаєнко В. М., Лисиченко Г. В., Дудар Т. В. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: навчальний посібник. Київ: Нац. авіац. ун. «НАУ–друк», 2009. 112 с.
114. Клименко В.Г. Гідрологія України: навч. посіб. для студентів–географів. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. 20 с.
115. Коваленко Л. Б. Некоторые особенности гидрохимического режима р. Днестр на участках с активными инженерными сооружениями / Л. Б. Коваленко // Метеорология, климатология и гидрология. – 2000. – Вып. 41. – С. 3–8.
116. Коваленко Л.Б. Динаміка гідрологічного та гідрохімічного режимів на ділянці середнього та нижнього Дністра / Л.Б. Коваленко // Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук. – Одеський гідрометеорологічний інститут. – Одеса. – 2000. – С. 15.
117. Коваль Н.К., Монастирська С.С., Павлишак Я.Я., Кречківська Г.В. Водні ресурси Дрогобицького району: стан і перспективи «Вода: проблеми і шляхи вирішення»: Збірник матеріалів III Всеукраїнської науково-практичної конференції (Житомир, 21-22 грудня 2010 р.). – Житомир, 2010. – С. 76 – 78.

118. Коваль О.Я., Волошанська С.Я., Коваль Н.К. Очищення водою від сульфатів та важких металів сульфат-відновлювальними бактеріями. «Сучасні проблеми біології, валеології, хімії та екології»: Збірник наукових праць студентів-випускників біологічного факультету – Дрогобич: Ред.-вид. ДДПУ, 2013. – С. 26 – 35.
119. Ковальчук І. Моделювання паводків у долині верхнього Дністра / І. Ковальчук, А. Михнович // Праці Наукового товариства ім. Шевченка. — 2008. — Т. XXIII: Екологічний збірник. Дослідження біотичного й ландшафтного розмаїття та його збереження. — С. 293–312.
120. Ковальчук І. П. Оцінка трансформації гідрологічного режиму Дністра та ризику екстремальних паводків / І. П. Ковальчук, А. В. Михнович // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. Збірник. – 2002. – Том 3. – С. 71–81.
121. Ковальчук І. П. Регіональний еколого–геоморфологічний аналіз. – Л.: Інститут українознавства, 1997. – 440 с.
122. Ковальчук І.П. Гідролого–геоморфологічні процеси в Карпатському регіоні України / І. П. Ковальчук // Праці Наукового товариства ім. Шевченка. — 2003. — Т. XII: Екологічний збірник. Екологічні проблеми Карпатського регіону. — С. 101–125.
123. Козак Х., Гойванович Н.К. Аналіз якості джерел водопостачання на прикладі Самбірського району. «Сучасний стан та перспективи розвитку біо- і агроценозів в умовах постійного техногенного забруднення»: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених (Дрогобич, 24-26 жовтня 2018 р.). – Дрогобич, 2018. – С. 43 – 46.
124. Козловський Б. І. Екологічні аспекти проходження повеней і паводків у Карпатському регіоні України / Б. І. Козловський, Й. М. Білоус, Н. Є. Когут // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. Збірник. – 2000. –Том 1. – С. 137– 141.
125. Козловський М. Комплексні екологічні дослідження у басейні р. Дністер / М. Козловський, Й. Царик // Збірник наукових праць. – 2000. – 214 с.

126. Кулик В. І. Попередній звіт по обстеженню водоносного горизонту Стрийського родовища прісних підземних вод (Семигинівська ділянка) з метою розробки комплексу заходів їх охорони в 2011 р: ЛГРЕ. Львів, 2011. 18 с.
127. Левківський С. С., М.М. Падун. Раціональне використання і охорона водних ресурсів: навч. посіб. Київ: Либідь, 2006. 60 с.
128. Мартин А.Г. Проблеми землевпорядного забезпечення формування водоохоронних зон / А.Г. Мартин // [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: [http://www.myland.org.ua/userfiles/file/agmartyn\\_wpzones.pdf](http://www.myland.org.ua/userfiles/file/agmartyn_wpzones.pdf)
129. Матеріали до Національної доповіді України про стан навколишнього природного середовища у 2014 році «Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2014 році»
130. Михнович А. В. Аналіз мережі моніторингу поверхневих вод у Львівській області / А. В. Михнович // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2006. – Вип. 33. – С. 253–260.
131. Михнович А.В. Еколого–геоморфологічні дослідження верхньої частини сточища Дністра з використанням ГІС–технологій: Дис. ... кандидата географічних наук. 11.00.04 – Львів, 2003.– 247 с.
132. Монастирська С.С., Гойванович Н.К., Гоцинець С.В. Аналіз екологічних показників якості криничної води Долинського району. «Вода: проблеми та шляхи вирішення»: Збірник статей науково-практичної конференції з міжнародною участю (Рівне, 6-8 липня 2016 р.). – Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2016. – С. 27 – 33.
133. Монастирська С.С., Дрозд І.Ф., Коваль Н.К. Екологічні проблеми малих річок Передкарпаття *Walory ekologiczne i turystyczne polnocnej czesci Euroregionu Karpackiego*. – Brzozow, 2010. – S. 31 – 41.
134. Монастирська С.С., Коваль Н.К. Формування локальної екологічної мережі в межах Трускавецько – Східницької рекреаційної зони Пограниччя. Польща – Україна. Науковий щорічник. – 2012. – №4. – Дрогобич – Lublin, 2012. – С. 489 – 509.

135. Мороз А. В. Технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів малих річок: дис. канд. техн. наук: 05.14.08/ НАН України. Інститут відновлювальної енергетики. Київ, 2015. С. 129–131.
136. Мудра К.В. Історія гідрологічних досліджень басейну річки Дністер / К.В. Мудра // Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених «Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення»: Збірник наук. праць. – Київ. – 2016 – С. 49–51.
137. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2016 році. URL: <https://menr.gov.ua/news/31445.html> .
138. Ободовський О. Г. Оцінка екологічно необхідного стоку (на прикладі річок басейна Дніпра) / О. Г. Ободовський // II Вісник КУ. Географія. – К.: Київський ун–тет. – 1997. – Вип. 42. – С. 57–61.
139. Ободовський О. Г. Руслові процеси. / О. Г. Ободовський // К., РВЦ "Київський університет" . – 1998. – 134 с. 128.
140. Ободовський О. Г. Руслоформуючі витрати та класифікація паводків на гірських річках / О. Г. Ободовський, В. В. Онищук, О. С. Коноваленко // Вісник Київського Університету. Географія. – Вип. 48. – С. 42–47.
141. Ободовський О. Г. Співставлення крупномасштабних картографічних матеріалів для виявлення інтенсивності горизонтальних руслових деформацій річок басейну Дніпра / О. Г. Ободовський // Картографія та вища школа. – Київський ун–тет. – 1996. – С. 13–14.
142. Оцінка горизонтальних руслових деформацій та стійкості русел малих і середніх річок басейну Дніпра / [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті : <http://earthpapers.net/otsenka-gorizontalnyh-ruslovyh-deformatsiy-iustoychivosti-rusel-malyh-i-srednih-rek-baseyna-dnepra-v-predelahukrainy#ixzz48iEH44Sj>
143. Паламарчук М. М. Водний фонд України: Довідковий посібник. – 2-ге вид., доповн. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 318 с.
144. Паламарчук М. М. Водний фонд України: Довідковий посібник. Київ, 2006. вид. 2, доповн. 118 с.



145. Перхач О. В., Гамоняк М. І. Еколого–географічне вивчення поверхневих вод адміністративного району як напрям наукових досліджень студентів. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. Харків, 2016. Вип. 24. С. 2–3.
146. Пилипович О. В. Еколого–геоморфологічний моніторинг басейнових систем верхнього Дністра / О. В. Пилипович // Дис. канд. геогр. наук: 11.00.04. – Львівський національний ун–т ім. Івана Франка. —2007. — С. 262.
147. Повені в Карпатському регіоні. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті : <http://www.lesovod.org.ua/node/2298>
148. Попов И.В. Загадки речного русла / И.В. Попов // Гидрометеиздат. — 1977. — С. 168.
149. Попов И.В. Методологические основы гидроморфологической теории руслового процесса / И.В. Попов // Избранные труды. — СПб. : Издательство ‘НесторИстория’. — 2012. — 304 с.
150. Постанова кабінету міністрів України «Про затвердження Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них» // [Електронний ресурс]. –Режим доступу до статті : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/486-96-%D0%BF>
151. Постанова КМУ Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля від 30 березня 1998 р. № 391, Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-п> .
152. Постанова КМУ Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод від 20 липня 1996 р. № 815, Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/815-96-п> .
153. Рациональное використання водних ресурсів як фактор забезпечення національної безпеки України. URL: <http://seu.org.ua/wp-content/uploads/2013/12/voda.pdf>
154. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 липня 2016 р. № 552–р «Про схвалення Програми розвитку гідроенергетики на період до 2026 року». URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80> .

155. Рудько Г.І. Характеристика родовищ валунно–гравійно–піщаних порід у Львівській області та їх вплив на екологічний стан природного середовища / Г.І. Рудько, В.Ю. Петришин // Мінеральні ресурси України. – №1. – 2014. – С. 39–47.
156. Сай В.М. Нормативно–правове та геодезичне забезпечення ведення кадастру земель водного фонду : дис. канд. техн. наук / В. М. Сай // Нац. ун–т «Львів. політехніка». — 2009.— С. 132–145.
157. Степова О.В., Рома В.В. Моніторинг поверхневих вод: навч. посіб. Полтава: ПолтНТУ, 2017. 21 с.
158. Страждають цілі міста: вирубка лісу влаштувала в Карпатах екологічне пекло / [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: <https://znaj.ua/society/strazhdayut-cili-mista-vyrubka-lisu-vlashtovala-v-karpatahekologichne-peklo>
159. Стрий гірський: вище м. Стрий (р. Опір, гірські притоки) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: <http://www.active.lviv.ua/topic-t381.htm>
- .
160. Стрімкий Стрий чи мертве водосховище: що чекає на річку? / [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: <http://wwf.panda.org/uk/?257360/RiverStryi-live-or-dead%3F>
161. Сусідко М. М. Паводки в Карпатах – причини їх виникнення та повторюваність / М. М. Сусідко, О. І. Лук'янець // Екологічні та соціальноекономічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви). – 1999. – С. 316–321.
162. Третяк С. К. Моніторинг гідрографічних об'єктів засобами дистанційного зондування землі та геоінформаційних технологій: дис. канд. техн. наук: 05.24.01/ НУ «Львівська політехніка». Львів, 2018. С. 133–137.
163. Федак Я., Монастирська С., Гойванович Н.К. Вивчення екологічного стану річки Тиси. «Сучасні проблеми біології, валеології, хімії та екології»: Збірник наукових праць студентів-випускників біологічного факультету. – Дрогобич: Ред.-вид. ДДПУ, 2018. – Вип. VII. – С. 18 – 23.

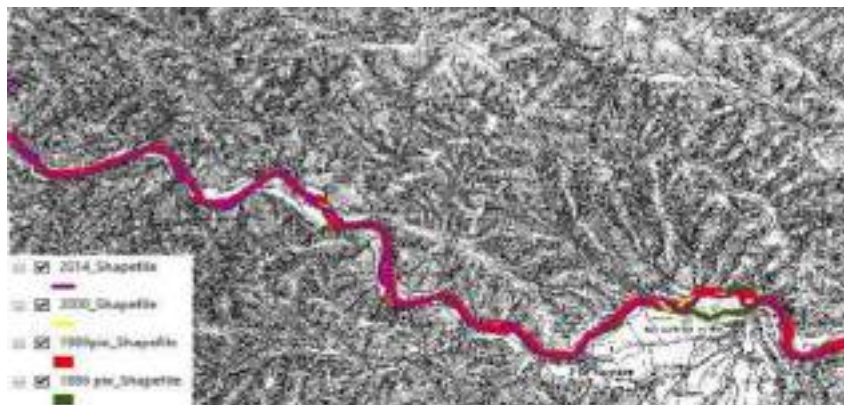
164. Характеристика басейну річки Дністер / [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: [http://www.menr.gov.ua/documents/RD\\_lviv\\_2007.doc](http://www.menr.gov.ua/documents/RD_lviv_2007.doc) .
165. Хільчевський В. К. Університетська гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: проблеми сталого розвитку / В. К. Хільчевський, О. Г. Ободовський, Є. Д. Гопченко, М. І. Кирилук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. Збірник. – 2005. – Том 7. – С. 9–24.
166. Хільчевський В.К. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України / В.К. Хільчевський, О.М. Гончар, М.Р. Забокрицька та ін. // Ніка–Центр. – Київ. – 2013. – С. 256.
167. Хомин О., Гойванович Н.К., Івасівка А. Дослідження стану децентралізованого водопостачання Жидачівського району. «Сучасні проблеми біології, валеології, хімії та екології»: Збірник наукових праць студентів-випускників біологічного факультету. – Дрогобич: Ред.-вид. ДДПУ, 2016. – Вип. VI. – С. 39 – 46.
168. Цайтлер М. Й., Бриндзя І. В., Досвідчинська М. Р. Моніторинг довкілля: методичні вказівки для проведення лабораторних робіт. Дрогобич: ДДПУ, 2014. С. 7–10.
169. Чорноморець Ю. О. Аналіз внутрірічного та багаторічного розподілу максимальних витрат води річок Українських Карпат / Ю. О. Чорноморець, В. В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. Збірник. – 2005. – Том 7. – С. 196–206.
170. Шаблій О.І. Геологічна будова Львівської області / О.І. Шаблій, А.В. Гурин, М.В. Зінкевич // [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: [http://geoknigi.com/book\\_view.php?id=20](http://geoknigi.com/book_view.php?id=20)
171. Шевчук В.М. Моніторинг гірської частини русла ріки Дністер / В.М. Шевчук, С.К. Третяк // Матеріали 8-мої міжнародної науково-технічної конференції: «Моніторинг довкілля, фотограмметрія, геоінформатика – сучасні технології та перспективи розвитку». – С. 121–124.
172. Шевчук В.М., Третяк С. К., Х. В. Бурштинська. Моніторинг змін русла річки Стрий з використанням ПС-технологій: *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Львів, 2018. Вип. 1. С. 138–139.

173. Штерєб В., Гойванович Н.К. Вивчення санітарно-гігієнічних показників питної води м. Дрогобича. *Acta Carpathica*. – 2014. – №19. – S. 235 – 240.
174. Штерєб В., Гойванович Н.К., Івасівка А. Санітарно-гігієнічний стан питних вод (на прикладі села Доброгостів). «Сучасні проблеми біології, валеології, хімії та екології»: Збірник наукових праць студентів-випускників біологічного факультету. – Дрогобич: Ред.-вид. ДДПУ, 2016. – Вип. VI. – С. 34 – 39.
175. Яцик А. В. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління. / А. В. Яцик, Ю. М. Грищенко, Л. А. Волкова, І. А. Пашенюк // К.: Генеза. – 2007. – С. 360.
176. Яцик А. В. Стратегія реформування водного господарства України для збалансованого екологобезпечного використання та збереження водних ресурсів: навч. пос. Київ: Університет «Україна», 2011. 45 с.
177. Яцик А. В., Чернявська А. П., Жукинський В. М., Єзловецька І. С., Разов В. П. Екологічна оцінка, встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод Львівської області: навч. пос. Київ: УНДІВЕП, 2004. 159 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток 1

Загальний вигляд оцифрованих русел гірської частини річки за різні часові періоди



### Додаток 2

Вимірювання величини рН для дистильованої води



### Додаток 3

Титрування  $K_2CrO_4$  розчином  $AgNO_3$



Додаток 4  
Визначення вмісту нітрату у досліджуваній воді



Додаток 5  
Вимірювання оптичних густин усіх розчинів і досліджуваних проб  
на спектрофотометрі СФ-2000





Додаток 6  
Місце відбору першої проби, село Ільник, Турківська ОТГ



Додаток 7  
Місце відбору другої проби, поблизу міста Турка, після впадіння притоки Яблунька



Додаток 8  
Місце відбору третьої проби, село Верхнє Синьовидне, Сколівська ОТГ,  
після впадіння притоки Опір





Додаток 9  
Цибулини на початку дослідження



Додаток 10  
Вплив поверхневих вод на ростові показники корінців *Allium cepa* на 4-ту добу



Додаток 11

Вплив поверхневих вод на ростові показники корінців *Allium cepa* на 7-му добу



Додаток 12

Вплив поверхневих вод на ростові показники корінців *Allium cepa* на 10-ту добу



Додаток 13  
Схема відбору проб води річки Стрий

