

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ННЦ «Інститут біології та медицини»
Кафедра екології та зоології

Завідувач кафедри доктор біологічних наук,
професор Дмитро Лукашов
Протокол №_____ засідання кафедри
від «_____» _____ 2025 р.

**ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ У МЕЖАХ
ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ЕКОЛОГО-САНІТАРНИМИ
КРИТЕРІЯМИ**

Дипломна робота
студента 4 курсу
денної форми навчання
за спеціальністю Екологія
Сокрути Вероніки Володимирівни

Науковий керівник від кафедри
Кандидат біологічних наук, асистент
Ляшенко В. А.

Оцінка захисту роботи

Київ — 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури	6
1.1. Види показників для визначення якості поверхневих вод.....	6
1.2. Нормовані показники оцінки якості поверхневих вод.....	8
1.3. Окремі показники для визначення якості води.....	9
1.4. Регіональні особливості та гідрохімічний режим південного бугу	11
1.5. Рельєф, гідрогеологія та ґрунтовий склад басейну.....	12
1.6. Кліматичні умови, гідрологічний режим та особливості річкового басейну.....	14
1.7. Флора та фауна басейну річки.....	17
РОЗДІЛ 2. Матеріали та методи дослідження	18
2.1. Методика відбору проб.....	20
2.2. Методика фотометричного визначення нітрит-іонів із реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах.....	21
2.3. Методика вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів фотометричним методом.....	22
2.4. Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів фотоколориметричним методом із реактивом Неслера.....	23
2.5. Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів титриметричним методом.....	24
2.6. Методика виконання вимірювань масової концентрації ХСК фотоколориметричним методом у діапазоні від 4 мгО/дм ³ до 10000 мгО/дм ³ включно.....	26
2.7. Методика виконання вимірювань масової концентрації нітрат-іонів фотоколориметричним методом.....	29
2.8. Методика виконання вимірювань масової концентрації хлоридів титриметричним методом.....	31

2.9. Інструкція з ОХІ 3310. Розчинений кисень та температура.....	32
2.10. Порівняння значень окремих показників за червень-липень 2024 р. з референційними значеннями показників для річки Пд. Буг.....	33
2.11. Екологічна класифікація якості поверхневих вод за гідрохімічними показниками.....	33
РОЗДІЛ 3. Результати дослідження.....	36
3.1. Значення гідрохімічних показників якості води р. Південний Буг у межах Вінницької області за червень-липень 2024 року.....	36
3.2. Порівняння значень окремих показників за червень-липень 2024 р. з референційними значеннями показників для річки Пд. Буг.....	38
3.3. Оцінка якості води.....	40
3.4. Можливі причини забруднення.....	43
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46

ВСТУП

Актуальність теми: На сьогодні екологічні проблеми набули глобального масштабу, а їх наслідки залишать по собі слід не на одне майбутнє покоління. До найактуальніших проблем відносять глобальне потепління, танення льодовиків, втрату біорізноманіття, кислотні опади, руйнування озонового шару й опустелення, та цей список постійно розширюється і до нього додаються такі проблеми як забруднення атмосферного повітря, ґрунтів та води.

Водні ресурси є важливою складовою природних екосистем, сільського господарства, промисловості, енергетики, економічного зростання та розвитку, а передусім — основою життя. Наразі більше 700 млн людей у 43 країнах світу постійно відчують нестачу води, а більш ніж 900 мільйонів осіб не мають доступу до чистої питної води. Всесвітня організація охорони здоров'я стверджує, що приблизно 25% світового населення щорічно ризикує захворіти через споживання неякісної питної води. Тривале використання води, що не відповідає нормативним вимогам, призводить до стабільного зростання захворюваності серед населення [13, 28].

Для більшості регіонів України характерна погіршена якість водних ресурсів через антропогенний вплив. Зокрема, значний вплив мають **стічні води хімічної промисловості**, стічні води хімічної промисловості, які містять шкідливі речовини, такі як цинк, свинець, сполуки ртуті, хром, фтор, та інші елементи [1], застарілість або відсутність комплексів очисних споруд і зон санітарної охорони, а також сільське господарство.

Саме тому необхідно проводити екологічну оцінку якості поверхневих вод. Такі регулярні заходи дозволяють вчасно виявити забруднення та запобігти його негативним наслідкам, прогнозувати можливі майбутні зміни водних екосистем під дією природних та антропогенних факторів і також знизити ризики деградації, заростання і

евтрофікації водойм. Крім того, оцінка якості поверхневих вод необхідна для збереження біорізноманіття. Річки, озера та водойми є місцем існування багатьох видів риб, рослин і мікроорганізмів, а погіршення якості води може призвести до їх загибелі, унаслідок чого порушується екологічний баланс, що неминуче негативно вплине на всю екосистему.

Об'єкт дослідження- якість води в річці Південний Буг.

Предмет дослідження — оцінка якості поверхневих вод річки Пд. Буг у межах Вінницької області.

Мета роботи: проаналізувати параметри якості води в річці Пд. Буг, у межах Вінницької області, порівняти отримані дані з державно встановленими нормативами та референційними значеннями, а також оцінити екологічний стан водойми відповідно до класифікації масивів поверхневих вод.

Завдання:

1. Провести відбір проб води з річки Південний Буг у межах Вінницької області в літній період 2024 року на базі Державної екологічної інспекції.
2. Визначити концентрації основних гідрохімічних показників.
3. Здійснити порівняльний аналіз отриманих результатів із державними нормативами гранично допустимих концентрацій.
4. Провести порівняльний аналіз отриманих даних із референційними значеннями.
5. Оцінити екологічний стан масиву поверхневих вод за еколого-санітарними критеріями.
6. Проаналізувати можливі причини зареєстрованих перевищень гранично допустимих нормативів та надати рекомендації щодо покращення стану якості поверхневих вод.

Структура та обсяг роботи. Загальний обсяг роботи становить 49 сторінок. Робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків та списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Однією з основних властивостей води є її якість. Водний Кодекс України трактує якість води як характеристику складу і властивостей води, що визначає її придатність для конкретного цільового використання [28, 30].

Для того, щоб отримати інформацію про стан вод як елемента екосистеми, середовища існування гідробіонтів і важливого компонента природного середовища людини проводиться оцінка якості поверхневих вод. Поверхневі води охоплюють води суходолу, що постійно або тимчасово знаходяться на земній поверхні у вигляді різних водних об'єктів рідких (річки, озера, водосховища) та твердих (льодовики, сніговий покрив) форм [16].

1.1 Види показників для визначення якості поверхневих вод

Якість води можна визначити за допомогою одного показника або групи показників, які поділяються на кілька категорій:

Кількісні показники чисельно характеризують склад і властивості води. Вони бувають абсолютними або відносними, а також розмірними або безрозмірними. Наприклад, концентрація речовин у воді зазвичай є абсолютним і розмірним показником, що вимірюється в мг/дм³ або г/м³. Кількість зважених домішок може вимірюватися в мг/м², мкг/м² чи нг/м, а солоність вимірюється в ‰ (г/кг).

Якісні показники — це словесна характеристика природних вод. Наприклад, за рівнем токсичності вода може бути оліго-, мезо- або політоксобною.

Змішані показники поєднують словесну та числову характеристику. Прикладом є термін "прісна вода", що означає воду з мінералізацією до 1000 мг/дм³. Показник, що характеризує загальну якість води, найчастіше буває якісним або змішаним (комплексним) [6, 27].

Показники якості води можна класифікувати за їхньою характеристикою на: загальні, специфічні, прості, групові та комплексні.

Загальні показники — це типові параметри для будь-якої водойми. До них відносяться: колір, запах, смак, температура, завислі тверді речовини, плаваючі домішки, рН, мінералізація, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню, хімічне споживання кисню, хімічні речовини, збудники хвороб, лактозопозитивні кишкові палички та коліфаги.

Специфічні показники обумовлені місцевими природними умовами та антропогенним навантаженням на водний об'єкт. Це можуть бути, наприклад, нафтопродукти, **феноли**, **важкі метали**, **пестициди** або **синтетичні поверхнево-активні речовини**.

Додаткові показники разом з основними формують повні або розширені програми моніторингу води [34].

1.2 Нормовані показники оцінки якості поверхневих вод

Основні нормовані показники, що використовуються для оцінки якості поверхневих вод, поділяються на кілька груп: 1. кисневий — включає рівень розчиненого у воді кисню, біохімічне (БСК) та хімічне (ХСК) споживання кисню; 2. токсикологічний — охоплює вміст амонійного азоту, нітритів та важких металів; 3. санітарно-токсикологічний — визначає концентрацію нітратів, важких металів і мінералізацію з усіма її складниками; 4. рибогосподарський — містить дані про нафтопродукти, феноли та отрутохімікати.

Крім цих основних параметрів, якість води оцінюють за додатковими характеристиками, такими як: твердість, що обумовлена вмістом солей лужноземельних металів; лужність, яка залежить від кількості аніонів слабких кислот; та агресивність води — здатність розчинених у ній речовин спричинити корозію металів, руйнування бетону та вапнякових матеріалів.

Рівень забруднення поверхневих вод визначають на основі частоти перевищень гранично допустимих концентрацій, ступеня (кратності) перевищення ГДК для окремих забруднюючих речовин, а також за показником повторюваності (%) виявлення цих речовин протягом певного періоду часу (добы, декади, місяця, сезону або року).

З метою виявлення тенденцій у зміні якості поверхневих вод застосовують порівняльний аналіз максимальних, мінімальних та середніх значень показників у різні гідрологічні сезони. Також використовуються криві частот концентрацій, інтегральні криві розподілу, а також результати класифікації якості вод, що дозволяють оцінити динаміку змін у часі [16, 29].

1.3 Окремі показники для визначення якості води

Визначення температури води. Температура води є ключовим чинником, що впливає на фізико-хімічні та біологічні процеси у водоймі. Її підвищення сприяє інтенсифікації гідролізу багатозарядних катіонів, дегазації, зростанню токсичності окремих сполук і прискоренню біохімічних реакцій у водоймах. Живі організми мають свій оптимальний температурний діапазон, і вихід за його межі може призвести до загибелі гідробіонтів.

Одним із джерел теплового забруднення є промислові підприємства, що скидають нагріту воду в природні водойми. Особливо суттєвий вплив мають теплові та атомні електростанції, температура скидних вод, яких може досягати 45°C.

Сольовий склад води.

Хлорид-іони (Cl⁻) потрапляють у природні води внаслідок розчинення хлорвмісних мінералів, таких як содаліт і хлор-апатит, а також соленосних відкладів, зокрема галіту. Значна частина Cl⁻ переноситься з морів та океанів у континентальні водойми через атмосферні опади. Останнім часом суттєво зросла роль промислових і комунально-побутових стічних вод у їхньому надходженні. Допустима концентрація хлоридів у воді становить до 300 мг/дм³.

Сульфат-іони (SO₄²⁻) з'являються у воді внаслідок розчинення сірковмісних мінералів, таких як гіпс, а також під час окиснення сірки та сульфідів. Додатковим джерелом SO₄²⁻ є процеси розкладу органічних залишків та надходження зі стічними водами. Максимально допустима концентрація сульфатів у воді для питного споживання не повинна перевищувати 500 мг/дм³, а для рибогосподарських потреб — 100 мг/дм³.

Біогенні речовини.

Біогенні компоненти — це мінеральні речовини, що відіграють важливу роль у життєдіяльності водних організмів і беруть активну участь у біологічних процесах водних екосистем. Це сполуки азоту (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻), фосфору (H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻, PO₄³⁻) та інші. Хоча концентрація цих

речовин у воді зазвичай невелика, саме вони визначають рівень біологічної продуктивності водних екосистем і впливають на якість води.

Нітрат-іони (NO_3^-). Є поширеними забруднювачами ґрунтових і поверхневих вод, основним джерелом яких є надмірне застосування мінеральних добрив. Їх концентрація часто перевищує встановлені нормативи. В організмі людини нітрати можуть відновлюватися до нітритів, що мають у 10–20 разів вищу токсичність і здатні реагувати з амінокислотами, утворюючи канцерогенні сполуки — нітрозаміни.

Амоній-іони (NH_4^+) і нітрит-іони (NO_2^-). Амоній у воді з'являється через розчинення аміаку, що є продуктом розпаду азотовмісних органічних речовин. У незабруднених водах його концентрація зазвичай становить соті частки мг N/дм³. Амоній нестабільний і швидко окиснюється до нітритів і нітратів. Його високий вміст свідчить про анаеробні процеси та погіршення якості води, а також може бути наслідком скиду стічних вод.

Нітрит-іони в природних умовах містяться в дуже низьких концентраціях (тисячні частки мгN/дм³). Їх підвищений вміст свідчить про активний розклад органічних сполук і уповільнене окиснення до нітратів, що є ознакою забруднення водойми.

Фосфор. Джерелами надходження фосфору у воду є розкладання залишків водних організмів, процеси вивітрювання та розчинення мінералів, а також антропогенні фактори — стічні води, що містять поліфосфати (компоненти мийних засобів, фотореагенти, пом'якшувачі води), та змиви з сільськогосподарських земель фосфорних добрив. Концентрація фосфатів у воді змінюється залежно від сезону: найнижчі рівні спостерігаються навесні та влітку, а найвищі — восени та взимку.

Загальний азот. Загальний азот у природних водах представлений органічною та мінеральною формами. Основними джерелами його надходження є внутрішні процеси водойми, газообмін з атмосферою, опади та антропогенне забруднення. Азот входить до числа лімітуючих біогенних елементів. Його надмірна кількість у воді спричиняє евтрофікацію — масовий розвиток мікроскопічних водоростей, «цвітіння» водойм, загибель риб і погіршення якості води.

Розчинені гази.

Кисень потрапляє у природні водойми двома основними шляхами: з атмосфери та внаслідок фотосинтезу, який здійснюють водні рослини, водорості та фітопланктон. Його концентрація у воді є необхідною для життєдіяльності водних організмів, що використовують кисень для дихання, а також впливає на інтенсивність процесів окиснення, розкладу органічних речовин та природного самоочищення водойм. Забруднення води органічними сполуками і речовинами, що легко окиснюються, знижує рівень кисню у водоймах, що негативно впливає на їхній екологічний стан. Тому контроль концентрації кисню у воді є важливим показником якості водойм [28].

Хімічне споживання кисню (ХСК)– це показник, що характеризує кількість кисню, необхідного для окиснення органічних і неорганічних речовин у воді за допомогою хімічних окисників. Він визначає загальну концентрацію забруднюючих речовин, здатних до хімічного окиснення, і є важливим критерієм оцінки рівня забруднення водойм.

Основними джерелами підвищеного ХСК є промислові, сільськогосподарські та комунальні стічні води, що містять органічні сполуки, нафтопродукти, феноли, пестициди та інші забруднювачі. Високі значення цього показника свідчать про значне надходження забруднюючих речовин у водойму, що може призвести до зниження концентрації розчиненого кисню та погіршення якості умов існування гідробіонтів [17].

1.4 Регіональні особливості та гідрохімічний режим південного Бугу

Річка Південний Буг є однією з основних водних артерій басейну Чорного моря і найбільшою річкою, весь басейн, якої розташовано виключно на території України. Її басейн займає площу 63 700 квадратних кілометрів, межуючи з басейнами Дністра на заході та Дніпра на півночі і сході. Густина річкової мережі в цьому регіоні становить 0,43 км/км², а загальна кількість річок складає 2230 із сумарною довжиною 7226 км.

Серед них виділяються середні річки, такі як Соб та Гірський Тікич. У межах басейну також розташовано 49 водосховищ загальною площею 9246,6 га. Довжина Південного Бугу складає 806 км.

Басейн річки охоплює територію семи областей України. Найбільші частини припадають на Вінницьку область (25,7%), Кіровоградську (24,2%), Миколаївську (23,2%) та Черкаську (13,2%) [4].

Русло Південного Бугу у верхній течії (від витoku до м. Вінниці) простягається серед заболоченої долини, де річка майже зливається із заростями водної рослинності. Ширина русла в цьому регіоні становить близько 10–15 метрів, а його глибина не перевищує 2,5 метрів. На цій ділянці річки притоки також здебільшого заболочені, а в багатьох місцях на них облаштовані ставки. У цій частині Південний Буг кілька разів змінює напрямок течії, що пояснюється особливостями порід, які піддаються розмиванню водою. В окремих місцях річка прорізає гірські породи, що створює порожисті ділянки, водоспади, котрі чергуються зі спокійними плесами із рівномірною течією [2]. В області водна мережа охоплює притоки р. Дохна, Згар, Рів, Соб та Савранка басейну Південного Бугу [9].

1.5 Рельєф, гідрогеологія та ґрунтовий склад басейну

Водотік лежить на Східноєвропейській рівнині і простягається з північного заходу на південний схід. Через вплив геологічних процесів було сформовано сучасний рельєф, що характеризується чергуванням височин та низовин.

Басейн річки знаходиться у трьох геоморфологічних зонах: верхів'я річки знаходяться на Подільській височині, середня частина басейну — на Придніпровській височині, а пониззя — на Причорноморській низовині. Для Подільської та Придніпровської височин характерний переважно рівнинний рельєф, а басейн у цих ділянках являє собою розчленоване плато, порізане річковими долинами та терасами, утвореними внаслідок ерозії та акумуляції. У Причорноморській низовині річка має плоский

рельєф, помірно розчленований річковими долинами і великою кількістю западин.

Рельєф та геологічна структура місцевості визначають не тільки характер поверхневого стоку, але й умови формування підземних вод, що у свою чергу впливає на водний режим річок [7].

Басейн річки Південний Буг розташований на Українському кристалічному щиті. Ця докембрійська складчаста структура складається переважно з гранітів, граніто-гнейсів, гнейсів та кристалічних сланців. На більшій частині території масивні кристалічні породи та продукти їхнього вивітрювання, зокрема каолінові глини, залягають неглибоко. Тому вони виходять на поверхню в річкових долинах та ярах майже по всій території басейну.

Для річкових долин типове незначне поширення осадових порід, старших за третинний вік [36, 37].

У межах кристалічного плато підземні води знаходяться на різних глибинах. Сформовані в кристалічних породах та їхніх тріщинах, водоносні горизонти залягають на глибині від 30 до 40 метрів, тоді як на схилах ця глибина зменшується до декількох метрів. У деяких балках вода із цього водоносного горизонту виходить на поверхню з утворенням джерел. За хімічним складом це переважно гідрокарбонатно-кальцієві води, з рівнем мінералізації до 0,6 г/л. Для всіх водоносних шарів кристалічного щита характерна тенденція до зростання мінералізації води в напрямку південного сходу басейну, де вона досягає 1,5 г/дм³ і вище (наприклад, у Миколаївській області), що у свою чергу призводить до незначних змін у їхньому хімічному складі. У Чорноморському басейні ці води класифікуються як сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієві або хлоридно-гідрокарбонатно-магнієві [36].

У результаті взаємодії ґрунтоутворюючих порід, флори, рельєфу, клімату та антропогенної діяльності був сформований ґрунтовий покрив басейну Південного Бугу. Основним фактором його формування стали карбонатні лесові відклади.

Басейн Південного Бугу охоплює зони лісостепу та степу. У його верхній частині переважають малогумусні типові чорноземи, які в південно-східному напрямку поступово змінюються на світло-сірі та темно-сірі опідзолені ґрунти, що сформувались під впливом лісової рослинності. Значна частина басейну покрита чорноземами різних типів (типовими, опідзоленими, вилугованими та реградованими), утворених під впливом трав'янистої рослинності. Сірі, світло-сірі та темно-сірі ґрунти сформувались на височинних ділянках лісу. Серед лісостепових опідзолених ґрунтів найнижчий вміст гумусу мають світло-сірі ґрунти [4, 9].

1.6 Кліматичні умови, гідрологічний режим та особливості річкового басейну

Водний режим річок басейну Південного Бугу відповідає східноєвропейському типу з переважним сніговим живленням. Кліматичні, гідрогеологічні, гідрологічні, орографічні та гідрографічні фактори впливають на формування водного режиму, з огляду на ці чинники, у басейні Південного Бугу умовно виділяють два гідрологічні райони: Подільський і Причорноморський [36].

Подільський район характеризується інтенсивним весняним водопіллям і низькою меженню, яку періодично порушують паводки. Підземний стік тут відносно незначний- у верхній частині річки, де формується близько 56 % річного стоку, умови для поверхневого живлення є найбільш сприятливими. Однак спостерігається закономірне погіршення умов поверхневого живлення від витoku до гирла, особливо нижче гирла річки Синюхи на виході басейну з лісостепової зони.

Режим внутрішньорічного стоку:

Річковий стік Південного Бугу протягом року розподілений вкрай нерівномірно. Для нього характерні чітко виражені періоди: весняна повінь (березень-квітень), зимова межень (грудень-лютий) та літньо-осіння межень (травень-листопад). Найбільша повноводність спостерігається в березні та квітні, тоді як найнижчий рівень води — у серпні та вересні.

Максимальний стік та повені:

Максимальні об'єми води на річках Південний Буг, Синюха та Інгул фіксуються навесні під час танення снігу. Влітку, навіть при значних опадах, зазвичай спостерігаються лише невеликі повені.

Літньо-осінні повені, як правило, тривають від 10 до 15 днів, а їхній рівень підйому води коливається в межах 50–150 сантиметрів. Однак, за історичними даними, у деяких випадках рівень води на окремих ділянках річок може сягати 350–550 сантиметрів. Швидкість підйому води під час повеней може досягати 2–3 метрів на добу [4].

Гідрохімічний склад річки Південний Буг сильно залежить від діяльності людини. Крім того, вода в річці має високий вміст солей, особливо поблизу гирла, що пояснюється геологічними особливостями цього регіону. Річка відзначається високою насиченістю киснем, що підтримується завдяки ділянкам із порогами, де відбувається активне перемішування води.

Порівняно з річками басейнів Дністра та Дніпра, Південний Буг має вищу мінералізацію, яка зростає в напрямку до гирла. Особливістю річки є велика кількість штучних водосховищ, об'єм яких перевищує природні водні ресурси басейну, особливо в посушливі періоди. Також характерним є значний витік твердих речовин, що сприяє розчленованості рельєфу та розвитку сільськогосподарських угідь [4, 27].

1.7 Флора та фауна басейну річки

Важливу роль у формуванні гідрологічного режиму, окрім кліматичних, ґрунтово-геологічних і геоморфологічних факторів, відіграє рослинний покрив.

Значна частина басейну річки розташована в лісостеповій зоні, що сприяє різноманітності флори завдяки сприятливим кліматичним умовам, рельєфу та родючим ґрунтам.

Природна рослинність охоплює 12 % території басейну, з яких 1 % припадає на болота, 2 % — на луки, а 9 % займають ліси. Орні землі становлять приблизно 70 % площі, урбанізовані території — 5 %, водойми — лише 2 %, а решта 11 % припадає на інші типи земель [27, 37].

Охоплюючи приблизно 10 % земельних угідь та формуючи трав'яні ценози, лучні рослинні угруповання розповсюджені на всіх долинах та притоках річки Південний Буг. Вони відрізняються від лучно-степових ценозів тим, що займають більш вологі ґрунти. Ці луки мають вторинне походження, оскільки формуються на місці лісової або болотної рослинності внаслідок антропогенного впливу. Також луки на рівнинних територіях є дуже нестійкими ценозами, швидко заростають чагарниками та деревами без випасання худоби або викошування. На більш посушливіших ділянках формуються остепнені луки, тоді як на надзаплавних терасах басейну розповсюджені тимчасово перезволожені, часто заболочені низинні луки, що отримують вологу з атмосферних опадів та поверхневого стоку.

Заплавні луки мають обмежене поширення та розташовані вздовж приток та на надзаплавних терасах. Вони отримують вологу з атмосферних опадів та натічних вод. Залежно від розташування в рельєфі,

їх можна поділити на сухі, недостатньо зволожені, помірно вологі та перезволожені.

На північному заході басейну збереглися окремі масиви широколистяних лісів, що складаються переважно з дуба, ясена, граба, клена, в'яза, липи та вільхи. Підлісок представлений ліщиною, шипшиною, дереном та іншими видами. На південь ліси поступово переходять у лісостеп, а далі — у степові території, де переважають ковилово-різнотравні та ковилово-типчакові степи.

Флора басейну багата на ендемічні види, такі як волошка савранська та козельці великі. Серед реліктових рослин зустрічаються хвощ великий, бруслина мала, медунка м'якенька.

Реліктовими представниками водно-болотної рослинності є водопериця кільчаста, глечики жовті, рдесник злаколистий, рдесник плаваючий, ряска триборозенчаста, ряска горбата, а також кушир підводний [10, 11, 12].

Іхтіофауна водойм Південного Бугу є досить різноманітною, однак у притоках річки спостерігається поступове зменшення чисельності корінних видів та зростання кількості інтродукованих риб, що є наслідком активного зариблення водойм [35].

Верхня течія річки багата на такі види риб, як лящ, лин, карась, краснопірка, плоскирка, плітка, головень, верховодка, вівсянка, пічкур, гірчак, щука, щипівка, окунь, йорж, в'юн та бички. У середній течії до них додаються марена, білизна, підуст, сом, судак і минь. У нижній течії з'являється рідкісний вирезуб. Крім того, з Дніпровсько-Бузького лиману та Чорного моря мігрують прохідні та напівпрохідні види риб, зокрема севрюга, білуга, осетер, оселедець, тюлька, тарань, пузанок, шемая, рибець, вугор, чехоня, морський судак, перкаріна та інші [10].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для виконання поставлених завдань було відібрано та проаналізовано проби води в річці Південний буг на базі Державної екологічної інспекції у Вінницькій області. Дослідження проводилось із червня по липень 2024 року.

Усього було відібрано вісім проб поверхневої води із шести створів. Відбір здійснювався на відстані приблизно 1,5 метри від берегової лінії, на глибині 0,5 метра. Вода з усіх точок водозабору використовується для комунально-побутового та господарсько-питного водокористування, зокрема для задоволення санітарно-гігієнічних потреб населення.

У червні було відібрано проби води з трьох точок, усі вимірювання проводилися 30.06.2024 :

- Водозабір № 1, що розташовувався у м. Вінниця Перед водозабором КП «Вінницяоблводоканал». Координати: 49.274372° N, 28.470658° E.
- Водозабір № 2 знаходився у м. Вінниця Сабарівське водосховище перед витоком із дамби. Координати: 49.190976° N, 28.458653° E.
- Водозабір № 3- смт. Стрижавка біля автомобільного мосту. Координати: 49.284454° N, 28.470935° E.

У липні було відібрано проби води вже з п'яти точок:

- Водозабір № 1 знаходився у м. Вінниця біля фабрики «ROSHEN». Координати: 49.231804° N, 28.485436° E. Дата відбору проб: 22.07.2024.
- Водозабір № 2, що розташовувався у м. Вінниця Перед водозабором КП «Вінницяоблводоканал». Координати: 49.274372° N, 28.470658° E. Дата відбору проб: 22.07.2024.
- Водозабір № 3- смт. Стрижавка біля автомобільного мосту. Координати: 49.284454° N, 28.470935° E. Дата відбору проб: 31.07.2024.
- Водозабір № 4, що розташовувався у м. Вінниця Біля пляжу Гонти. Координати: 49.251919° N, 28.468891° E. Дата відбору проб: 31.07.2024.,

- Водозабір № 5 знаходився у м. Вінниця поблизу Староміського мосту. Координати: 49.22856° N, 28.472798° E. Дата відбору проб: 31.07.2024.

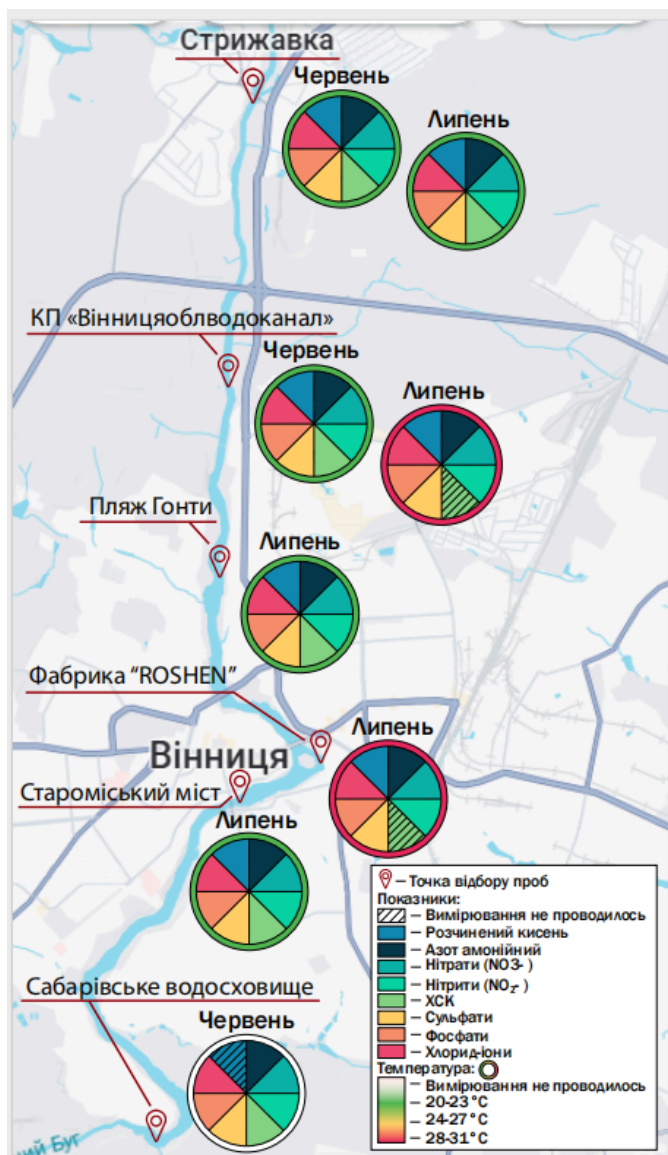


Рис.2.1 Точки відбору проб та вимірювані показники

Аналіз якості води було проведено за декількома ключовими групами показників. Дослідження охоплювало визначення концентрації азоту в амонійній формі, вмісту нітратів та нітритів, рівня сульфатів і фосфатів, а також хімічного споживання кисню. Крім того, вимірювалися концентрація хлорид-іонів, температура води та рівень розчиненого в ній кисню.

2.1 Методика відбору проб

Створення створів для відбору та оцінки проб води здійснюється з урахуванням розташування пунктів водокористування. На проточних водоймах такі створи розміщують приблизно за 1 км вище за течією від найближчого пункту водокористування — наприклад, водозабору для питного водопостачання, місця купання, організованої зони відпочинку або території населеного пункту. У випадку непроточних водойм і водосховищ проби відбирають у точках, розташованих на відстані не менше 1 км у кожен бік від такого пункту [1].

Для забезпечення достовірності та надійності результатів щодо вмісту забруднюючих речовин, проби води необхідно відбирати таким чином, щоб вони були репрезентативними, тобто характерно відображали стан природного об'єкта. Репрезентативними вважаються ті проби, у яких вміст визначуваних компонентів залишається незмінним під час відбору, транспортування та зберігання.

Разові проби використовуються місцевими органами Міністерства екологічної безпеки України для контролю за складом стічних вод та оцінки впливу їх скидання на водні об'єкти. Головна мета такого контролю — виявити можливі факти забруднення та визначити ступінь забруднення об'єкта.

Саме такий підхід відповідає міжнародному стандарту ISO 5667–2. Разова проба відображає склад і властивості води в певному місці в конкретний момент часу. Її отримують шляхом одноразового забору, що необхідний для аналізу об'єму води у визначеній точці відбору [31, 33].

Правила відбору проб води та підготовка до хімічного аналізу:

1. Відбір води з відкритих джерел, таких як ставки, канали та річки, здійснюється на відстані 1,5–2 метри від берегової лінії. Забір здійснюється шляхом повного занурення тари у воду на глибину від 0,4 до 1 метра.

2. Для відбору проб слід використовувати ємності, виготовлені виключно з некорозійних матеріалів. Оптимальним вибором є чисті та стерильні пластикові контейнери об'ємом не менше ніж 1500 мл.

3. Перед наповненням пробую необхідно промити ємність та її кришку водою з джерела, яке підлягає аналізу. Рекомендована кількість промивань — від трьох до п'яти разів.

4. Пробу слід набирати до самого верху ємності, уникаючи утворення вільного простору з повітрям. З метою усунення повітряних залишків допускається легке стискання пляшки перед закриванням, що допоможе запобігти утворенню бульбашок.

5. Зібраний зразок необхідно маркувати за допомогою чорного маркера.

6. При транспортуванні пробу слід помістити в непрозорий поліетиленовий пакеті, бажано чорного кольору, що дозволяє запобігти впливу світла на склад води [5, 26, 34, 38, 39].

2.2 Методика фотометричного визначення нітрит-іонів із реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах [32]

Метод базується на діазотуванні сульфанілової кислоти нітратами та взаємодії одержаної солі з α -нафтиламіном, яка формує червоно-фіолетовий азобарвник. Реакція проходить найефективніше при рН 2,5–3. Оптичну густину вимірюють при довжині хвилі 520 нм, з використанням світлофільтрів, близьких до $\lambda_{\max} \approx 520$ нм, а коефіцієнт молярного поглинання $\epsilon = 3,3 \cdot 10^4$.

Для аналізу відфільтровують 200 см³ проби. У разі слабкої забарвленості чи мутності проби її прояснюють і фільтрують з допомогою фільтра «синя стрічка».

У мірну колбу об'ємом 50 см³ вносять аліквоту 2,5–25 см³ залежно від очікуваного вмісту нітритів, додають реактиви та доводять дистильованою водою до мітки. Через 35–40 хвилин проводять вимірювання оптичної густини в кюветах товщиною 1 або 5 см.

2.3 Методика вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів фотометричним методом [18]

Методика фотометричного визначення масової концентрації ортофосфатів базується на утворенні фосфорномолібденової гетерополікислоти при взаємодії ортофосфат-іонів з амоній молібдатом у кислому середовищі за наявності сурм'яновиннокислого калію. У присутності аскорбінової кислоти як відновника утворюється інтенсивно забарвлена «молібденова синь». За кімнатної температури забарвлення проявляється протягом 10-15 хвилин і стабільне до 24 годин. Оптичну густину вимірюють фотометрично при довжині хвиль 710 нм і 880 нм. За градуовальною характеристикою визначають концентрацію ортофосфатів в аналізованій аліквоті, після чого обчислюють їх вміст у вихідній пробі.

Результат одиничного вимірювання масової концентрації загального фосфору у вихідній пробі знаходять за формулою (1):

$$(1) \rho_i = \frac{\rho_{гр} \cdot k \cdot 50}{V},$$

де: $\rho_{гр}$ - масова концентрація розчинених ортофосфатів у розчині знайдена за допомогою попередньо розрахованих параметрів градуовальної характеристики, мг/дм³;

k - ступінь попереднього розбавлення вихідної проби ($k = 1$, якщо попереднє розбавлення вихідної проби не проводили);

50 об'єм мірної колби, що використовується для приготування розчину для фотометрування, см³;

V - об'єм аліквоти проби (попередньо розбавленої проби), взятий для аналізу, см³;

i - номер одиничного вимірювання, $i = 1, 2$.

Результат обчислень заокруглюють і записують до другої значущої цифри.

Результат вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів розраховують за формулою (2) як середнє арифметичне результатів двох паралельних одиничних вимірювань, ρ_1, ρ_2 (2):

$$(2) \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2},$$

Результат обчислень за формулою (2) заокруглюють і записують до другої значущої цифри.

За результат вимірювання масової концентрації розчинених ортофосфатів у поверхневих і очищених стічних водах приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних одиничних вимірювань, p_1 , p_2 , масової концентрації розчинених ортофосфатів у підготованій пробі.

Результат вимірювання представляють у вигляді:

$(p \pm \Delta)$; мг/дм³; $P=0,95$; $n=2$,

де: $\pm \Delta$ - границя похибки при довірчій ймовірності 95 %.

$P=0,95$, мг/дм³;

n - кількість паралельних вимірювань, за якими було отримано результат.

Результат обчислень заокруглюють і записують до другої значущої цифри.

2.4 Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів фотоколориметричним методом із реактивом Неслера

[19]

Методика визначення масової концентрації амоній-іонів у поверхневих, підземних та зворотних водах базується на реакції амонію з тетраїодомеркуроатом калію в лужному середовищі (реактив Неслера: $K_2HgI_4 + KOH$), у результаті якої утворюється нерозчинна у воді бурого кольору йодиста сіль основи Міллона $[Hg_2N]I \cdot H_2O$, що перебуває в колоїдному стані за низьких концентрацій амонію.

Оптичну густину отриманого розчину вимірюють фотоколориметрично при довжині хвилі 425 нм, використовуючи прилад типу КФК-3 (референтний розчин — безаміачна вода). Залежно від концентрації амоній-іонів застосовують кювети з товщиною шару 10 мм або 50 мм. Для кожного аналізу також вимірюють оптичну густину холостої проби, значення якої віднімають від оптичної густини досліджуваної проби. Отримані значення фіксують з точністю до третьої значущої цифри.

Обробка результатів вимірювань відбувається так: масову концентрацію амоній-іонів ($\rho_{гр}$) у підготовленій аліквоті проби, виражену в мг/дм³, визначають за допомогою раніше встановлених параметрів градуувальної характеристики. Отриманий результат записують із точністю до трьох значущих цифр.

Масову концентрацію сульфатів, ρ_i , мг/дм³, в одиничному вимірюванні розраховують за формулою (1):

$$(1) \rho_i = \frac{\rho_{гр} \cdot k \cdot 50}{V},$$

де: $\rho_{гр}$ — масова концентрація амоній-іонів, знайдена за допомогою попередньо розрахованих параметрів градуувальної характеристики, мг/дм³;

k — ступінь попереднього розбавлення вихідної проби ($k = 1$, якщо попереднє розбавлення вихідної проби не проводили);

50 — об'єм мірної колби, яку використовують для підготовки аліквоти проби до фотоколориметрування, см³;

V — об'єм аліквоти проби (попередньо розбавленої проби), взятий для аналізу, см³;

i — номер одиничного вимірювання, $i = 1, 2$.

Результати округлюють до третьої значущої цифри.

Загальний результат вимірювання масової концентрації амоній-іонів визначають як середнє арифметичне двох паралельних вимірювань ρ_1, ρ_2 (2):

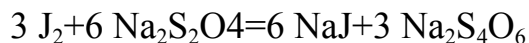
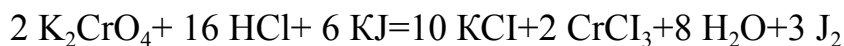
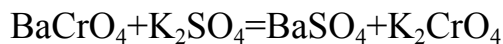
$$(2) \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}.$$

2.5 Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів титриметричним методом [20]

Ця методика визначення масової концентрації сульфатів у воді базується на реакції між хромовоокислим барієм і сульфат-іонами. У ході реакції утворюється хромова кислота в кількості, еквівалентній

концентрації сульфатів. Її визначення здійснюється за допомогою йодометричного титрування.

Хімічні реакції, що відбуваються:



Масову концентрацію сульфатів у вихідній пробі визначають розрахунковим методом.

Для початку в конічну колбу об'ємом 500 см³ поміщають попередньо розраховану аліквоту проби. За потреби додають дистильовану воду до загального об'єму 200 см³. Потім за допомогою бюретки додають визначений об'єм розчину соляної кислоти та нагрівають розчин до кипіння на електроплитці. Після цього поступово додають 10 см³ збовтаної суспензії хромовокислого барію та 2 см³ розчину соляної кислоти, після чого кип'ятять протягом 3 хвилин. Колбу знімають з електроплитки та нейтралізують розчином аміаку, додаючи його краплями до зміни забарвлення розчину з помаранчевого на лимонно-жовтий. Слабко лужну реакцію розчину перевіряють за допомогою лакмусового паперу, попередньо продуваючи повітря над розчином гумовою грушею для видалення парів аміаку. Після охолодження розчину реакцію перевіряють ще раз.

Вміст колби разом з осадом переносять у мірну колбу об'ємом 250 см³. Конічну колбу обполіскують, і змиви також переносять до мірної колби, доводячи об'єм дистильованою водою до мітки. Вміст мірної колби фільтрують через сухий складчастий фільтр «синя стрічка», відкидаючи перші порції фільтрату.

З фільтрату піпеткою відбирають 100 см³ і поміщають у конічну колбу із пришліфованою пробкою. Додають піпеткою 10 см³ розчину калію йодистого та циліндром 15 см³ розчину соляної кислоти. Вміст колби збовтують і залишають у темному прохолодному місці на 20 хвилин. Йод, що утворився, титрують розчином натрію сіркуватокислого (тіосульфату натрію) за допомогою бюретки до світло-жовтого забарвлення. Потім

піпеткою додають 1 см³ щойно приготованого розчину крохмалю і продовжують повільне титрування до зникнення синього забарвлення.

Обробку результатів вимірювань виконують наступним способом. Результат одиничного вимірювання масової концентрації сульфатів (ρ_i), мг/дм³, у початковій пробі розраховують за формулою (1):

$$(1) \rho_i = \frac{V \cdot 1,601 \cdot 1000}{0,4 \cdot V_{\text{пр}}},$$

де: V- об'єм розчину натрію сіркуватистокиислого, який пішов на титрування проби, см³;

1,601 — коефіцієнт перерахунку об'єму розчину натрію сіркуватистокиислого з молярною концентрацією 0,05 моль/дм³ на сульфат-іон;

1000 — коефіцієнт для перерахунку концентрації в мг/дм³;

0,4- коефіцієнт співвідношення між об'ємом фільтрату 100 см³, взятим для титрування, та загальним об'ємом вихідного розчину з осадом 250 см³;

$V_{\text{пр}}$ - об'єм аликвоти вихідної проби, взятої для визначення, см³;

i — номер одиничного вимірювання, $i = 1, 2$.

Результати округлюють до третьої значущої цифри.

Загальний результат визначення масової концентрації сульфатів рахують як середнє арифметичне двох паралельних вимірювань ρ_1, ρ_2 (2):

$$(2) \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}.$$

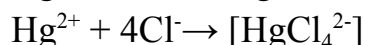
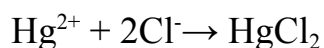
2.6 Методика виконання вимірювань масової концентрації ХСК фотоколориметричним методом у діапазоні від 4 мгО/дм³ до 10000 мгО/дм³ включно [21]

Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) базується на обробці проби води окиснювальною сумішшю сірчаної кислоти та калію дихромату в термостійких пробірках. В умовах температури ($148 \pm$

2)°C та у присутності сульфату срібла як каталізатора, відбувається окиснення органічних та окремих неорганічних сполук.

Для усунення впливу хлорид-іонів додається сульфат ртуті(II), що зв'язується з Cl^- у стійкі до окиснення комплекси HgCl_2 або $[\text{HgCl}_4]^{2-}$, тим самим запобігаючи спотворенню результатів.

Реакції:



При використанні кюветних тестів усі необхідні реагенти вже містяться в пробірках-кюветах зі штрих-кодом, які відповідають певному діапазону вимірювань ХСК. До такої пробірки додається аліквота зразка (або його розведення), після чого вона поміщається в термореактор для проведення реакції окиснення.

Після завершення реакції та охолодження оптичну густину вимірюють безпосередньо в тій же пробірці-кюветі.

Фотометр автоматично визначає оптимальну довжину хвилі для вимірювання завдяки зчитуванню штрих-коду:

- 600 ± 20 нм — для значень ХСК від 150 до 1000 мгО/дм³;
- 440 ± 20 нм — для значень ХСК від 50 до 150 мгО/дм³;
- 348 ± 15 нм — для значень ХСК від 4 до 50 мгО/дм³.

За градуовальною характеристикою, закладеною у прилад, виміряне значення автоматично перетворюється у відповідне значення ХСК.

Під час проведення вимірювання кювету вставляють у фотометричне гніздо, орієнтуючи маркер на кюветі відповідно до індикатора на приладі. У разі якщо значення з'являється дрібними цифрами, воно виходить за межі допустимого діапазону — необхідно повторити аналіз з іншим тестом. Кожну пробу вимірюють тричі, після чого розраховують середнє арифметичне значення.

Завдяки інформації, отриманій зі штрих-коду на пробірці-кюветі, виміряне значення оптичної густини автоматично перераховується в

значення ХСК, яке відображається на дисплеї приладу. Якщо проба була розбавлена, то ХСК у вихідній пробі розраховується додатково за допомогою розрахункового методу, використовуючи попередньо встановлену градувальну характеристику.

Виконання вимірювань ХСК з використанням кюветних тестів

Для вимірювання ХСК, дотримуючись інструкції до фотометра, спочатку обирають режим вимірювання концентрації. Пробірку-кювету встановлюють у відповідне відділення для круглих кювет до її фіксації. Важливо вирівняти вертикальну позначку на кюветі з позначкою на фотометрі. Завдяки штрих-коду на пробірці-кюветі фотометр автоматично визначає контрольний показник, діапазон вимірювання для даного кюветного тесту, необхідну довжину хвилі для вимірювання оптичної густини підготовленої проби, а також параметри градувальної характеристики. З урахуванням цих параметрів методу, прилад автоматично обчислює значення ХСК, яке відображається на дисплеї великими цифрами. Якщо виміряне значення з'являється на екрані дисплея маленькими цифрами, це означає, що фактичне значення ХСК у пробі виходить за межі діапазону вимірювань, передбаченого обраним кюветним тестом. У цьому випадку необхідно повторити аналіз проби, використовуючи інший кюветний тест, що відповідає більшому або меншому діапазону.

Після першого вимірювання пробірку-кювету обережно виймають, знову поміщають у кюветне відділення і повторюють вимірювання ще двічі. Кінцевим результатом вимірювання ХСК є середнє арифметичне значення, отримане з трьох вимірювань кожного кюветного тесту.

При вимірюванні значення ХСК згідно з інструкцією до аналізатора, спочатку в фотометр вводять розраховані параметри градувальних характеристик. Потім вибирають режим вимірювання концентрації та відповідний номер методу для обраної градувальної характеристики. Кювету встановлюють у кюветне відділення так, щоб позначка на кюветі знаходилась з правого боку. Для забезпечення стабільних результатів, кювету необхідно витримати в кюветному відділенні протягом 1 хвилини

(як за пісочним годинником) і лише після цього проводити вимірювання концентрації.

Кювету обережно виймають, знову поміщають у кюветне відділення і повторюють вимірювання ХСК ще двічі. Результатом вимірювання ХСК є середнє арифметичне значення, отримане з результатів трьох вимірювань кожного розчину проби. Показання фотометра, що висвітлюються на екрані дисплея великими цифрами, є остаточними результатами вимірювань ХСК.

Результат одиничного вимірювання ХСК у вихідній пробі, ρ_1 , мгО/дм³, обчислюють за формулою (1) :

$$(1) \rho_1 = k \cdot \rho_{пр},$$

де: $\rho_{пр}$ — виміряне ХСК, мгО/дм³;

k — ступінь попереднього розбавлення вихідної проби ($k=1$, якщо пробу не розбавляють); i — номер одиничного вимірювання, ($i=1,2$).

Отримані результати є проміжними, і їх заокруглюють і записують із кількістю знаків на один-два більшою ніж при обчисленні результату вимірювань за формулою (2).

Підсумковий результат визначення ХСК розраховують як середнє арифметичне двох паралельних вимірювань ρ_1, ρ_2 (2):

$$(2) \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}.$$

2.7 Методика виконання вимірювань масової концентрації нітрат-іонів фотоколориметричним методом [22]

Цей метод визначення масової концентрації нітрат-іонів у поверхневих, підземних та зворотних водах базується на їхній взаємодії із саліцилат-іонами в сірчаноокислому середовищі. В результаті цієї реакції утворюється суміш 3-нітросаліцилової та 5-нітросаліцилової кислот. Солі цих кислот набувають жовтого забарвлення в лужному середовищі. Фотоколориметричним методом вимірюється оптична густина

забарвленого розчину. Оптимальною довжиною хвилі для таких вимірювань є $\lambda=413$ нм.

Вміст нітрат-іонів в аліквоті розчину, що фотометрується, визначається за допомогою градуювальної характеристики. Кінцева масова концентрація нітрат-іонів у вихідній пробі води встановлюється розрахунковим методом.

Вимірюють оптичну густину отриманих розчинів проби та холостої проби (розчин порівняння-вода здистильована) за допомогою фотометра фотоелектричного КФК-3. Для вимірювання оптичної густини розчинів використовують кювети з довжиною оптичного шляху 10 мм.

Результати вимірювань оптичної густини записують до третього десяткового знака. Від значення оптичної густини розчину проби віднімають значення оптичної густини холостої проби.

Результат одиничного вимірювання масової концентрації нітрат-іонів у вихідній пробі, ρ_1 , мг/дм³, знаходять за формулою (1) :

$$(1) \rho_1 = \frac{\rho_{гр} \cdot V_{\phi}}{V} \cdot k,$$

де $\rho_{гр}$ - масова концентрація нітрат-іонів, знайдена за допомогою попередньо розрахованих параметрів градуювальної характеристики, мг/дм³;

V_{ϕ} - об'єм фотометрованого розчину (за методикою 50 см³);

k — коефіцієнт розведення ($k = 100/5 = 20$ або $k = 100/10 = 10$; без розведення $k=1$);

V - об'єм підготовленої проби, відібраної для аналізування (за методикою від 2 см³ до 25 см³).

Отримані за формулою (1) проміжні результати округлюють з точністю на 1–2 знаки більше, ніж це передбачено для кінцевого результату.

Підсумкове значення масової концентрації нітрат-іонів у вихідній пробі розраховують як середнє арифметичне з двох паралельних вимірювань ρ_1, ρ_2 (2):

$$(2) \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}.$$

2.8 Методика виконання вимірювань масової концентрації хлоридів титриметричним методом [23]

Ця методика визначення масової концентрації хлоридів ґрунтується на осадженні хлорид-іонів (Cl^-) зразка води. Для цього використовується розчин нітрату срібла (AgNO_3), який утворює малорозчинний хлорид срібла (AgCl) у нейтральному середовищі. В якості індикатора застосовується розчин хромату калію (K_2CrO_4). Цей індикатор реагує із надлишком іонів срібла, утворюючи важкорозчинний осад хромату срібла (Ag_2CrO_4) характерного оранжево-цегляного кольору.

За допомогою титриметричного методу вимірюють об'єм розчину нітрату срібла, який було витрачено на осадження всіх хлоридів. На основі цих вимірювань розрахунковим методом встановлюють масову концентрацію хлоридів у вихідній пробі.

За допомогою піпетки у підготовлену пробу води додають 1,5 см³ розчину хромату калію. Титрування здійснюють розчином нітрату срібла на білому фоні, постійно додаючи титрант по краплях і ретельно перемішуючи розчин. Титрування завершують, коли колір розчину змінюється із зеленувато-жовтого на оранжево-цегляний.

Виконують два паралельні титрування основної проби. Одночасно проводять титрування холостої проби для врахування можливих домішок. Результати титрувань записують з точністю до ціни поділки бюретки, яка використовувалася для аналізу.

Результат одиничного вимірювання масової концентрації хлоридів у вихідній пробі, ρ_i , мг/дм³, знаходять за формулою (1) :

$$(1) \rho_i = \frac{(V_i - V_x) \cdot c(\text{AgNO}_3) \cdot k \cdot M \cdot 1000}{V_{\text{пр}}},$$

де V_i — об'єм розчину срібла азотнокислого, який витрачено на титрування проби, см³;

V_x — об'єм розчину срібла азотнокислого, який витрачено на титрування холостої проби, см³;

$c(\text{AgNO}_3)$ — номінальна молярна концентрація розчину срібла азотнокислого, моль/дм³ (за методикою $c(\text{AgNO}_3) = 0,05$ моль/дм³);

k - поправний коефіцієнт до номінальної молярної концентрації розчину срібла азотнокислого;

M - молярна маса хлорид-іону, що дорівнює 35,453 г/моль;

1000- коефіцієнт для перерахунку грамів у міліграми;

$V_{пр}$ - об'єм вихідної проби, взятої для титрування, $см^3$ (за методикою від 5 $см^3$ до 100 $см^3$);

i - номер одиничного вимірювання, $i= 1,2$.

Проміжні результати, отримані за відповідною формулою, округлюють та записують з точністю на один-два знаки більше, ніж це передбачено для остаточного результату (формула 2).

Остаточну масову концентрацію нітрат-іонів у вихідній пробі визначають за формулою (2) як середнє арифметичне двох паралельних вимірювань ρ_1, ρ_2 (2):

$$(2) \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}.$$

2.9 Інструкція з ОХІ 3310. Розчинений кисень та температура

[14]

Для виконання вимірювань, кисневий датчик занурюють у воду, яку необхідно виміряти. Датчик повинен повністю знаходитись у воді й бути на достатній глибині, щоб уникнути впливу поверхневої плівки.

Важливо забезпечити потік води навколо мембрани датчика, перемішуючи датчик у воді. Це необхідно для забезпечення постійного надходження кисню до поверхні мембрани й отримання точних показань.

Слід дочекатися, поки показання на дисплеї оксиметра стабілізуються. Це може зайняти кілька секунд або хвилин, залежно від різниці температур, умов перемішування та типу датчика.

Прилад має функцію AutoRead, яка автоматично розпізнає стабільні кінцеві значення.

Зчитування результатів: на дисплеї приладу Охі 3310 будуть відображатися значення: розчинений кисень (DO), мг/л, та температура, °С.

2.10 Порівняння значень окремих показників за червень-липень 2024 р. з референційними значеннями показників для річки Пд. Буг

Порівняння отриманих значень за показниками амонію, нітратів, нітритів та фосфатів із референційними значеннями здійснено на основі результатів досліджень, проведених у рамках проекту «Оцінка екологічного стану річки Південний Буг відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС» за підтримки шведського Агентства з охорони довкілля «Посилення управління басейном Південного Бугу» [8].

Визначені референційні значення на верхній ділянці річки — від витоку до м. Ладизин: **концентрація амонію (NH_4^+)** у досліджуваному середовищі коливається від **0,00 до 0,20 мг N/дм³**, рівень **азоту нітратного** знаходиться в діапазоні від **0,00 до 0,80 мг N/дм³**, вміст **азоту нітритного** становить від **0,00 до 0,06 мг N/дм³** і концентрація **фосфору фосфатного** коливається від **0,00 до 0,04 мг P/дм³** [3].

2.11 Екологічна класифікація якості поверхневих вод за гідрохімічними показниками

Оцінку якості поверхневих вод було проведено за допомогою екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв за гідрохімічними критеріями та за критеріями забруднення компонентами сольового складу [16, 27, 30].

Ця класифікація оцінювання масиву поверхневих вод використовує п'ять класів, табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Екологічна класифікація якості поверхневих вод за гідрохімічними показниками

Показники	Клас якості вод				
	I	II	III	IV	V
Азот амонійний мг/дм ³	<10	0.10–0.30	0.31–1.00	1.01–2.50	>2.50
Азот нітратний (NO ₃ ⁻) мг N/дм ³	<0.20	0.20–0.50	0.51–1.00	1.01–2.50	>2.50
Азот нітритний (NO ₂ ⁻) мг N/дм ³	<0.002	0.002–0.01	0.011–0.05	0.051–0.10	>0.10
Сульфати мг/дм ³	≤ 50	51–100	101–200	201–300	> 300
Фосфор фосфатний мг P/дм ³	<0.015	0.015–0.05	0.051–0.20	0.201–0.300	>0.30
Хлориди мг/дм ³	≤ 20	21–75	76–200	201–300	> 300
Розчинений кисень мгO ₂ /дм ³	>8.0	7.6–7,5	6.1–6,0	4.0–5.0	<4.0

Кожен із класів відповідає певному екологічному стану масиву поверхневих вод і графічно позначається відповідним кольором:

I клас відповідає екологічному стану «**відмінний**», позначається синім кольором. До першого класу належать води, на які найменше впливає антропогенне навантаження на зміни в гідроморфології, хімічних та фізико-хімічних показниках порівняно зі стандартними значеннями для цього масиву вод. Величини їх гідрохімічних та гідробіологічних показників близькі до природних значень для певного регіону або показують мінімальні зміни.

II клас відповідає екологічному стану «**добрий**» — зеленим кольором. Для вод «доброго» екологічного стану характерні показники гідробіоценозу, що свідчать про низький рівень впливу антропогенних чинників і показують незначні відхилення від стандартних значень, які не порушують екологічної рівноваги. Хімічні та фізико-хімічні показники не перевищують екологічних норм, встановлених для «доброго» стану.

III клас відповідає екологічному стану «**задовільний**» — жовтим кольором. До третього класу відносять води, біологічні показники

біоценозу, яких, помірно відхиляються від стандартних значень для води й мають помірну тенденцію до відхилення внаслідок антропогенного впливу. Рівень відхилення близький до межі стійкості екосистем.

IV клас відповідає екологічному стану «**поганий**» — помаранчевим кольором. «Поганому» екологічному стані характерні значі відхилення від нормального стану основних компонентів гідробіоценозу, що характерні для даного масиву вод за стандартних умов. Відповідно хімічні та фізико-хімічні показники перевищують екологічні норми, встановлені для «задовільного» стану.

V клас відповідає екологічному стану «**дуже поганий**» — червоним кольором. Для п'ятого класу екологічний стан визначається досить суттєвими змінами біологічних показників та відсутністю значної частини складових гідробіоценозу, що характерні для цього масиву поверхневих вод у стандартних умовах. Такий екологічний стан також оцінюється як екологічний регрес [1, 11, 25, 29, 40].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Значення гідрохімічних показників якості води р. Південний Буг у межах Вінницької області за червень-липень 2024 року

Дані отримані в червні (табл. 3.1).

Для першого водозабору майже всі вимірювані показники знаходяться значно нижче ГДК і відповідають встановленим нормативам. Проте, кількість розчиненого кисню у воді значно нижче нормативу і становить- 1,82 мг/дм³.

Для другого водозабору вимірювані показники також знаходяться в межах норми. Проте не проводилось вимірювання таких показників як: температура та кількість розчиненого кисню у воді.

Для третього водозабору спостерігається відповідність значень вимірюваних показників нормативам, але, як і в першому водозаборі, вміст розчиненого кисню складає 2,1 мг/дм³, що нижче встановленого нормативу.

Таблиця 3.1
Результати вимірювання гідрохімічних показників у червні

Показник	Водозабір № 1	Водозабір №2	Водозабір №3	Нормативне значення
Азот амонійний мг/дм ³	1,04	1,02	0,8	2,0
Нітрати мг/дм ³	6,3	6,3	6,1	45,0
Нітриди мг/дм ³	0,01	0,042	0,02	3,3
Сульфати мг/дм ³	24,02	24,6	23,8	500,0
Фосфати мг/дм ³	0,99	0,24	0,88	3,5
ХСК мгО ₂ /дм ³	29	20	17	30,0
Хлорид-іони мг/дм ³	157,8	120,23	120,23	350,0
Температура °С	21,1	-*	20,6	-**
Розчинений кисень мг/дм ³	1,82	-*	2,1	> 4,0
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #f08080; margin-right: 5px;"></div> - невідповідність нормативу </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 5px;"> * - відсутні дані (вимірювання не проводилось) </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 5px;"> ** - для показника Т°С не встановлено норматив </div>				

Дані отримані в липні (табл. 3.2).

Для першого водозабору всі вимірювані показники знаходяться в межах норми, проте, не проводилось вимірювання ХСК. Також спостерігається досить висока температура водойми-29 °С та високий вміст розчиненого кисню ній, що становить 17,2 мг/дм³.

Для другого водозабору, вимірювані показники також знаходяться значно нижче норми але, як і для першого водозабору, не було проведено вимірювання ХСК. Значення вимірюваної температури води становить 30,7 °С, що є найбільшим серед чотирьох досліджуваних водозаборів. Кількість розчиненого кисню у воді також досить висока і складає 17,2 мг/дм³.

Для третього, четвертого та п'ятого водозабору всі значення вимірюваних показників знаходяться в межах норми та відповідають встановленим нормативам.

Таблиця 3.2

Результати вимірювання гідрохімічних показників у липні

Показник	Водозабір № 1	Водозабір №2	Водозабір №3	Водозабір №4	Водозабір №5	Нормативне значення
Азот амонійний мг/дм ³	0,178	0,184	0,15	0,217	0,181	2,0
Нітрати мг/дм ³	4,8	4,83	4,83	4,82	4,82	45,0
Нітриди мг/дм ³	0,01	0,01	0,01	0,014	0,047	3,3
Сульфати мг/дм ³	24,415	20,412	19,612	19,612	20,412	500,0
Фосфати мг/дм ³	0,032	0,183	0,207	0,122	0,05	3,5
ХСК мгО ₂ /дм ³	-*	-*	27	27	28	30,0
Хлорид-іони мг/дм ³	135,256	142,771	82,656	90,171	90,171	350,0
Температура °С	29	30,7	22	22	23	.**
Розчинений кисень мг/дм ³	17,2	17,2	9,1	9,3	8,2	> 4,0
<div style="background-color: #f08080; width: 20px; height: 10px; display: inline-block; margin-right: 5px;"></div> - невідповідність нормативу * - відсутні дані (вимірювання не проводилось) ** - для показника Т°С не встановлено норматив						

Отже, більшість вимірюваних показників (амоній сольовий, нітриди, нітрати) залишаються значно нижче ГДК у всі періоди дослідження та на всіх водозаборах. У липні та червні 2024 року всі показники відповідають нормативам, окрім кількості розчиненого кисню для деяких водозаборів. Низький рівень розчиненого кисню у воді виявлено в червні 2024 року (1,82–2,1 мг/дм³ для першого і третього водозаборів). Це свідчить про

можливе погіршення умов для життя гідробіонтів. Також у липні 2024 року температура води досягла високих значень (29–30,7°C). Це може свідчити про наслідки кліматичних змін або локальні антропогенні впливи.

3.2 Порівняння значень окремих показників за червень-липень 2024 р. з референційними значеннями показників для річки Пд. Буг

У результаті дослідження проб води, відібраних у червні та липні, виявлено перевищення референтних значень вмісту основних біогенних елементів у всіх водозаборах, однак характер та інтенсивність цих перевищень змінювалися залежно від локації та місяця відбору.

Таблиця 3.3

Концентрації окремих показників для порівняння з референційними значеннями

Червень					
Показник	Водозабір № 1	Водозабір №2	Водозабір №3		
Азот амонійний мг N/дм ³	1,04	1,02	0,8		
Азот нітратний мг N/дм ³	1,42	1,42	1,38		
Азот нітритний мг N/дм ³	0,003	0,013	0,006		
Фосфор фосфатний мг P/дм ³	0,32	0,08	0,29		
Липень					
Показник	Водозабір № 1	Водозабір №2	Водозабір №3	Водозабір №4	Водозабір №5
Азот амонійний мг N/дм ³	0,178	0,184	0,15	0,217	0,181
Азот нітратний мг N/дм ³	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09
Азот нітритний мг N/дм ³	0,003	0,003	0,003	0,004	0,014
Фосфор фосфатний мг P/дм ³	0,01	0,06	0,07	0,04	0,016
 - перевищення референційного значення					

З табл. 3.3 видно, що в червні для першого, другого та третього водозабору значення показників амонію, амонію нітратного та фосфору фосфатного не потрапляють у діапазони референційних значень, оскільки вони перевищують їх максимальні концентрації.

У водозаборі № 1 концентрація азоту амонійного перевищила референційне значення на **520 %** (у 5,2 рази), азоту нітратного — на **177,5 %** (у 1,7 рази), а фосфору фосфатного — на **800 %** (у 8 разів).

Схожа ситуація спостерігалася на **водозаборі № 2**: азот амонійний перевищував еталонне значення на **510 %** (у 5,1 рази), азот нітратний — на **177,5 %** (у 1,7 рази), а фосфор фосфатний — на **200 %** (у 2 рази).

У **водозаборі № 3** (сmt. Стрижавка) концентрація азоту амонійного була вищою за норму на **400 %** (у 4 рази), азоту нітратного — на **172,5 %** (у 1,72 рази), а фосфору фосфатного — на **725 %** (у 7,25 рази).

За вмістом амонію нітритного в діапазон потрапляють концентрації з усіх водозаборів.

У **липні** загальна тенденція до зниження рівнів забруднення була помітна, однак, відповідно до результатів, занесених у табл. 3.3, значення все ще перевищували референтні.

У **водозаборі № 1** зафіксовано перевищення по азоту нітратному на **135 %** (у 1,35 рази) та по фосфору фосфатному — на **150 %** (у 1,5 рази).

У **водозаборі № 2** перевищення спостерігалось по азоту нітратному — на **136 %** (у 1,36 рази), а також по фосфору фосфатному — на **150 %** (у 1,5 рази).

У **водозаборі № 3** рівень азоту амонійного був перевищений на **108,5 %** (у 1,08 рази), азоту нітратного — на **136 %** (у 1,36 рази), а фосфору фосфатного — на **175 %** (у 1,75 рази).

На **водозаборі № 4** виявлено перевищення по азоту нітратному — на (у 1,36 рази), та фосфору фосфатному — на **175 %** (у 1,75 рази).

У **водозаборі № 5** спостерігалось підвищення концентрації азоту нітратного на **136 %** (у 1,36 рази), а фосфору фосфатного — на **160 %** (у 1,6 рази).

За результатами порівняння маємо відповідність еталонним значенням у червні за такими показниками, як амоній, амоній нітратний та фосфор фосфатний, у більшості точок відбору. Вміст амонію нітритного був у межах діапазону в усіх водозаборах, окрім другого. У липні ситуація дещо змінилася. Концентрація амонію в більшості точках відбору відповідає діапазону, за винятком однієї точки. Рівень азоту нітратного продовжував відхилятися від референційних значень, перевищуючи верхню межу, а рівень нітритного, навпаки, відповідав діапазону у всіх водозаборах. Концентрація фосфору фосфатів перевищувала норму лише у двох точках. Отримані результати свідчать про стабільне навантаження на водний об'єкт.

3.3 Оцінка якості води

Таблиця 3.4 демонструє, що в червні для першого та другого водозабору показники азоту амонійного, нітратного та фосфору фосфатного відповідають IV класу якості води, що свідчить про значне забруднення. У липні ситуація дещо покращилася: частина показників перейшла до III класу, однак у більшості водозаборів, особливо третьому, четвертому та п'ятому, усе ще фіксуються IV класи за основними біогенними речовинами.

Таблиця 3.4

Оцінка стану масиву поверхневих вод 2024 року за класами

Червень					
Показник	Водозабір № 1	Водозабір №2	Водозабір №3		
Азот амонійний мг/дм ³	IV клас	IV клас	III клас		
Азот нітратний (NO ₃ ⁻) мг N/дм ³	IV клас	IV клас	IV клас		
Азот нітритний (NO ₂ ⁻) мг N/дм ³	II клас	III клас	II клас		
Сульфати мг/дм ³	I клас	I клас	I клас		
Фосфор фосфатний мг P/дм ³	V клас	III клас	IV клас		
Хлориди мг/дм ³	III клас	III клас	III клас		
Розчинений кисень мг O ₂ /дм ³	V клас	-*	V клас		
Липень					
Показник	Водозабір № 1	Водозабір №2	Водозабір №3	Водозабір №4	Водозабір №5
Азот амонійний мг/дм ³	II клас	II клас	II клас	II клас	II клас
Азот нітратний (NO ₃ ⁻) мг N/дм ³	IV клас	IV клас	IV клас	IV клас	IV клас
Азот нітритний (NO ₂ ⁻) мг N/дм ³	II клас	II клас	II клас	II клас	III клас
Сульфати мг/дм ³	I клас	I клас	I клас	I клас	I клас
Фосфор фосфатний мг P/дм ³	I клас	III клас	III клас	II клас	II клас
Хлориди мг/дм ³	III клас	III клас	III клас	III клас	III клас
Розчинений кисень мг O ₂ /дм ³	I клас	I клас	I клас	I клас	I клас
-* у червні 2024 року не проводилось вимірювання розчиненого кисню у воді у другому водозаборі					

Таблиця 3.5

Оцінка стану масиву поверхневих вод 2024 року за екологічними станами

Червень					
Показник	Водозабір № 1	Водозабір №2	Водозабір №3		
Азот амонійний мг/дм ³	П	П	З		
Азот нітратний (NO ₃ ⁻) мг N/дм ³	П	П	П		
Азот нітритний (NO ₂ ⁻) мг N/дм ³	Д	З	Д		
Сульфати мг/дм ³	В	В	В		
Фосфор фосфатний мг Р/дм ³	ДП	З	П		
Хлориди мг/дм ³	З	З	З		
Розчинений кисень мг О ₂ /дм ³	ДП	-*	ДП		
Липень					
Показник	Водозабір № 1	Водозабір №2	Водозабір №3	Водозабір №4	Водозабір №5
Азот амонійний мг/дм ³	Д	Д	Д	Д	Д
Азот нітратний (NO ₃ ⁻) мг N/дм ³	П	П	П	П	П
Азот нітритний (NO ₂ ⁻) мг N/дм ³	Д	Д	Д	Д	З
Сульфати мг/дм ³	В	В	В	В	В
Фосфор фосфатний мг Р/дм ³	В	З	З	Д	Д
Хлориди мг/дм ³	З	З	З	З	З
Розчинений кисень мг О ₂ /дм ³	В	В	В	В	В

-* у червні 2024 року не проводилось вимірювання розчиненого кисню у воді у другому водозабірні

У червні 2024 року в досліджуваних водозаборах концентрація амонію на високому рівні у всіх трьох водозаборах, що відповідає задовільному та поганому стану. Рівень нітратів стабільно високий і відповідає поганому стану в усіх точках відбору проб. За вмістом нітритів у другому водозабірні, що розташований у м. Вінниця Сабарівське водосховище перед витоком із дамби, спостерігається задовільний стан, а в інших двох- стан відповідає доброму. Рівень сульфатів залишається стабільним у всіх створах і належить до відмінного стану. Концентрація фосфатів у кожному з водозабірні відповідає різним екологічним станам: у першому-м. Вінниця перед водозабірні КП «Вінницяоблводоканал», належить дуже поганому стану води, а в інших двох –поганий та задовільний. Водночас стабільний рівень у всіх трьох точках відбору спостерігається за показником сульфатів, відповідає відмінному екологічному стану, та хлоридів, який у свою чергу характеризується задовільним станом. Найгірша ситуація спостерігалась за вмістом розчиненого кисню: у першому і третьому водозаборах дуже поганий екологічний стан, що вказує на можливе органічне забруднення (табл.3.5).

Для липня характерне суттєве покращення якості води. У всіх точках відбору спостерігається добрий стан води за вмістом амонію, що свідчить

про зниження рівня його концентрації. Рівень нітратів залишився незмінним (поганий стан) для всіх точок відбору, а от вміст нітритів відповідає доброму стану у всіх водозаборах, окрім п'ятого- м. Вінниця поблизу старо-міського мосту, де спостерігається задовільний екологічний стан. За фосфатами також спостерігається покращення, для першого водозабору, що розташований у м. Вінниця біля фабрики «ROSHEN», характерний відмінний стан якості води, а для інших водозаборів добрий та задовільний. Найбільш позитивні зміни зафіксовані за показником розчиненого кисню: якщо в червні у двох водозаборах був дуже поганий стан, то в липні всі водозабори відповідали відмінному екологічному стану води (табл.3.5).

Аналіз якості води в червні та липні 2024 року показав відмінності в рівнях забруднення, зумовлені як зміною сезонних факторів, так і різницею в місцях відбору проб. Незважаючи на те, що жоден із досліджуваних показників не перевищував гранично допустимих концентрацій, спостерігалися певні коливання якості води за окремими параметрами. У червні в кількох водозаборах відзначалися підвищені концентрації амонію, нітритів і фосфатів, що свідчить про потенційний вплив антропогенних факторів, таких як скиди стічних вод чи надходження біогенних сполук із поверхневого стоку. Водночас рівень розчиненого кисню в окремих точках відбору знаходиться нижче нормативу, що вказує на можливе локальне органічне забруднення.

У липні ситуація загалом покращилася, особливо за вмістом розчиненого кисню та амонію, що може бути наслідком природних процесів самоочищення водойми. Однак стабільно високий рівень нітратів свідчить про можливе стійке забруднення води, яке, ймовірно, має хронічний характер і потребує подальшого моніторингу. Важливо також враховувати, що відбір проб у червні та липні здійснювався в різних точках, що може частково пояснювати відмінності в показниках.

Загалом отримані результати свідчать про відносно стабільний екологічний стан річки Південний Буг, проте необхідний подальший контроль за рівнями біогенних сполук, особливо нітратів і фосфатів, для запобігання їхньому можливному накопиченню та погіршенню екологічного стану водойм.

3.4 Можливі причини забруднення

Одним з основних чинників є надходження комунально-побутових стічних вод із житлових масивів Вінниці та прилеглих населених пунктів. Ці стоки часто містять залишки миючих засобів, органічні сполуки, біогенні елементи, зокрема сполуки азоту і фосфору, що спричиняють процеси евтрофікації води.

Значний вплив також мають промислові підприємства, розташовані в межах міста. Зокрема, технічні стоки харчової та інших галузей промисловості можуть містити органічні забрудники, важкі метали, нафтопродукти та інші шкідливі компоненти. Додаткове навантаження на річку чинить аграрна діяльність: з орних земель змиваються залишки мінеральних добрив, пестицидів і гербіцидів, які потрапляють у річку з поверхневим стоком після дощів або зрошення.

Не менш важливим є внесок транспортної інфраструктури. Під час опадів із дорожнього полотна та міських територій змиваються нафтопродукти, важкі метали, побутове сміття, що також потрапляє у водойму. Крім того, уздовж берегів трапляються стихійні сміттєзвалища, а також випадки незаконного скидання нечистот безпосередньо в річку або прибережні зони.

Ще одним джерелом впливу є гідротехнічні споруди, зокрема Сабарівська ГЕС. Її діяльність впливає на швидкість течії, рівень аерації води та ефективність процесів самоочищення. Це сприяє накопиченню забруднювальних речовин у певних ділянках річки.

Таким чином, сукупність перелічених чинників формує значне антропогенне навантаження на річку Південний Буг у межах міської агломерації, що зумовлює погіршення її екологічного стану та потребує комплексного екологічного моніторингу і вжиття запобіжних заходів.

ВИСНОВКИ

Аналіз гідрохімічних показників проб води річки Південний Буг, відібраних у червні та липні 2024 року, свідчить про незадовільний екологічний стан водного об'єкта в межах досліджуваної території. Хоча всі значення залишалися в межах гранично допустимих концентрацій, показники суттєво перевищували референтні умови, характерні конкретно для Південного бугу на верхній ділянці.

Особливої уваги вимагає ситуація в червні, коли концентрація окремих речовин перевищувала референтні межі в 8 разів, зокрема по фосфору фосфатному. Подібне кратне відхилення свідчить про глибоку екосистемну трансформацію річки. Такі зміни є ознакою високого рівня антропогенного навантаження, порушення природного балансу, зниження біорізноманіття та погіршення кисневого режиму. Річка фактично перебуває в зміненому стані, не властивому її природним умовам.

На основі одержаних результатів можна стверджувати, що встановлені загальнодержавні нормативи ГДК не є достатньо об'єктивними для комплексної оцінки екологічного стану водойми. Адже за їхніми критеріями забруднення не зафіксовано, проте реальні дані свідчать про серйозне відхилення від еталонного екологічного стану.

Важливо враховувати, що всі річки мають свої унікальні природні умови, і застосування єдиного нормативу до широкого спектра водних об'єктів може призводити до некоректних висновків. Перехід до використання референтних показників, визначених індивідуально для кожного водного об'єкта, дозволяє здійснювати точнішу оцінку його екологічного стану та впроваджувати більш ефективно управління водними ресурсами.

1. У червні та липні 2024 року було здійснено відбір восьми проб води із шести створів річки Південний Буг у межах Вінницької області. Відбір проводився відповідно до встановлених методик на глибині 0,5 м та на відстані 1,5 м від берега.

2. Усі проби були проаналізовані на вміст основних гідрохімічних показників: азоту амонійного, нітратів, нітритів, фосфатів, сульфатів, хлоридів, розчиненого кисню, температури та ХСК.

3. Жоден із досліджуваних показників у червні та липні не перевищував гранично допустимих концентрацій, проте, у червні рівень розчиненого кисню у воді був нижчим за норму, що вказує на потенційне органічне забруднення, але в липні спостерігалось покращення цього показника.

4. Спостерігалось суттєве перевищення референційних значень у всіх точках відбору, особливо в червні, що свідчить про значне фонове забруднення водойми.

5. За результатами класифікації екологічного стану води, у червні виявлено домінування поганого стану (IV клас) за багатьма показниками. У липні якість води дещо покращилась, зокрема вміст розчиненого кисню відповідав відмінному стану (I клас). Проте рівень нітратів залишався стабільно високим.

6. Головними факторами забруднення та впливу на річку є антропогенний вплив. Основними джерелами забруднення є комунально-побутові та промислові стічні води з території м. Вінниця, що містять органічні речовини, сполуки азоту, фосфору, нафтопродукти й важкі метали. Додаткове навантаження створює аграрний сектор: із полів у річку надходять залишки мінеральних добрив і пестицидів. Поверхневий стік із транспортних магістралей і міських територій також збагачує воду токсичними речовинами.

Для покращення ситуації слід модернізувати очисні споруди, впровадити ефективний контроль за поверхневими стоками та аграрним сектором, посилити моніторинг, а також запобігати незаконним скидам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев, О., Вергеліс, В. (2019). *Нормування антропогенного навантаження на довкілля: Методичні вказівки до виконання практичних робіт студентами денної та заочної форм навчання факультету агрономії та лісівництва з галузі знань 10 – «Природничі науки» спеціальності 101 – «Екологія» освітнього ступеня «Бакалавр»*. Вінниця.
2. Артюхова, Н. (2021). Загальна характеристика басейну річки Південний Буг та його іхтіофауни: матеріали *Міжнародної конференції. Акад. А. С. Бергу- 145 років*. Молдова, м. Бендери: Есо-TIRAS, 1 лютого 2021 р., сс. 286–289.
3. Афанасьєв, С., Васильчук, Т., Летицька, О., Білоус, О. (2012). *Оцінка екологічного стану річки Південний Буг відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС*. Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс». — 28 с
4. Афанасьєв, С. та ін. (2014). *План управління річковим басейном Південного Бугу: аналіз стану та першочергові заходи*. Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс»».
5. Басейнове управління водних ресурсів річки Південний Буг. (2007). Вінниця. URL: <https://buvrpb.davr.gov.ua>
6. Боголюбов, В., Клименко, М. та Мокін, В. (2018). *Моніторинг довкілля: підручник*. Видання 2-ге, перероблене й доповнене. Київ: НУБіПУ.
7. Боревський, Б., Дробноход, М. (1989). *Оцінка запасів підземних вод*. Київ: Вища школа. — 407 с.
8. ВЕГО «МАМА-86». (2009). *Нітратне забруднення джерел питної води в Україні: дослідження ВЕГО «МАМА-86» 2001-2008 роки*.
9. Вінницька обласна військова адміністрація. (2020). *Регіональна доповідь про стан довкілля Вінницької області у 2018 році*. Вінниця. URL: <https://www.vin.gov.ua/upr-ter/stan-dovkillia/241-rehionalni-dopovidi>
10. Голодюк, В. (2021). Басейн річки Південний Буг у Смарагдовій мережі України: збірник матеріалів *II Міжнародної науково-практичної конференції*. Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 20–21 травня 2021 р., 163 с.
11. Денисик, Г. (2002). *Середнє Побужжя: монографія*. Вінниця: Гіпаніс.
12. Докус, А. (2022). Кліматичні зміни в басейні річки Південний Буг. *Матеріали VI Всеукраїнського плану з питань природничих наук*. Одеса 25–26 червня 2022 р.

13. Екологія Право Людина. (2023). *Огляд року війни для водних ресурсів України*. [Електронний ресурс] URL: <http://epi.org.ua/announces/oglyad-roku-vijny-dlya-vodnyh-resursivukrayiny/>
14. Інструкція з ОХІ 3310. *Розчинений кисень та температура*.
15. Лукашов, Д. (2018). *Інструментальні методи дослідження якості довкілля (курс лекцій) Для здобувачів освітнього ступеню магістр за спеціальністю 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки» Освітня програма «Екологічна безпека»*. Київ.
16. Лукашов, Д. (2022). *Моніторинг довкілля: навчальний посібник*. Київ.
17. Лялюк, О.Г. (2004). *Моніторинг довкілля: навчальний посібник*. Вінниця: ВНТУ.
18. МВВ № 081/12–0005–01. (2001). *Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів фотометричним методом*.
19. МВВ № 081/12–0106–03. (2003). *Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів фотоколориметричним методом із реактивом Неслера*.
20. МВВ № 081/12–0177–05. (2005). *Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів титриметричним методом*.
21. МВВ № 081/12–0647–09. (2009). *Методика виконання вимірювань масової концентрації ХСК у зворотних, поверхневих і підземних водах фотоколориметричним методом у діапазоні від 4 мгО/дм³ до 10000 мгО/дм³ включно (з використанням тестової суміші реагентів на визначений діапазон вимірювання ХСК) (тільки для фотометрів або спектрофотометрів типу PhotoLab Spectral, Spectroquant NOVA, Spektroflex, DR або аналогічних)*.
22. МВВ № 081/12–0651–09. (2009). *Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації нітрат-іонів фотоколориметричним методом*.
23. МВВ № 081/12–0653–09. (2009). *Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації хлоридів титриметричним методом*.
24. Міжнародний банк реконструкції та розвитку. (2009). *Глобальні проблеми світу. Атлас*. Київ: ДНВП «Картографія».— 144 с.
25. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 14.01.2019 р. № 5.

26. Новицька, О., Назаров, С., Романенко, Т. (2014). *Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» професійного спрямування «Водопостачання і водовідведення» всіх форм навчання*. Рівне: НУВГП. — 28 с.
27. Романенко, В., Жукинський, В., Оксіюк, О. та ін. (1998). *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями*. Київ: «Символ-Т».
28. Сніжко, С. (2021). *Оцінка та прогнозування якості природних вод*. Підручник. Київ: Ніка-Центр.
29. Степова, О., Паращівко, І. (2018). *Навчальний посібник із дисципліни «Раціональне використання водних ресурсів» для здобувачів вищої освіти спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітнього першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання*. Полтава: ПолтНТУ. — 114 с.
30. Україна. (1995). *Водний Кодекс України: Закон України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР. Відомості Верховної Ради України*. 1995. № 24.
31. Україна. (1994). *КНД 211.1.0.009–94 Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Гідросфера. Відбір проб для визначення складу і властивостей стічних та технологічних вод. Основні положення*.
32. Україна. (1995). *КНД 211.1.4.023–95 Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Гідросфера. Методика фотометричного визначення нітрит-іонів із реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах*.
33. Україна. (2003). *ДСТУ ISO 5667–2:2003 Якість води. Відбирання проб*.
34. Україна. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. (2016). *Наказ № 30 Про затвердження Інструкції з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу гідрометеорологічними станціями й постами*.
35. Халтурин, М., Шевченко, П. та Цедик, В. (2014). Видове різноманіття іхтіофауни басейну річки Південний Буг. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій: збірник наукових праць*. № 11, сс. 287–291.
36. Хільчевський, В. (2009). *Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу*. Київ: Ніка-Центр.
37. Шевченко, О. Л., Скорбун, А. Д., & Чарний, Д. В. (2022). Підпорядкованість коливань рівнів ґрунтових вод в басейні р. Південний

Буг кліматичним змінам. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки*, 26(2(39)), 175–194.

38. Юрасов, С., Сафранов, Т., Чугай, А. (2012). *Оцінка якості природних вод: навчальний посібник*. Одеса: Екологія.

39. Яцик, А. (2011). Ландшафтногеохімічні дослідження території басейну р. Південний Буг: збірка доповідей *Міжнародного Конгресу «ЕТЕВК-2011»*. Україна, Крим, м. Ялта, 6–10 червня 2011 р., сс. 343–345.

40. Яцик, А., Гопчак, І. (2012). *Методичні вказівки до виконання практичних занять «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями» з навчальної дисципліни «Основи басейнового управління водогосподарськими системами» студентами за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» денної та заочної форми навчання*. Рівне: НУВГП. — 26 с.