

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-консультаційний
центр заочної освіти
Кафедра екології та
охорони довкілля

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Екологічна оцінка якості вод річки Інгул в межах Миколаївської області

Виконав студент 5 року навчання гр. Е-V
напряму підготовки 6.040106 "Екологія,
охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування"
Смирнов Іван Олександрович

Керівник к.х.н., доц.,
Вовкодав Галина Миколаївна

Рецензент к.геогр. н., доц
Бурлуцька Марія Едуардівна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-консультаційний центр заочної освіти

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Напрямок підготовки 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

"20" квітня 2020 року

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Смирнову Івану Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Екологічна оцінка якості вод річки Інгул в межах Миколаївської області

Керівник роботи Вовкодав Галина Миколаївна, к.х.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти № 32 - С від "10" березня 2020 р.

2. Строк подання студентом роботи 12 червня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: КНД 211.1.1.106-2003 «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод». Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення. Постанова Кабінету Міністрів України. Санітарні правила і норми. Охорона поверхневих вод від забруднення. Правила охорони поверхневих вод (типове положення).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	<i>Немає</i>		

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Збір та узагальнення даних про показники якості вод р. Інгул в межах Миколаївської області</i>	20.04.2020-21.04.2020	80	4 (добре)
2	<i>Розглянути та охарактеризувати фізико-географічні данні</i>	22.04.2020-29.04.2020	80	4 (добре)
3	<i>Провести аналіз джерел утворення забруднюючих речовин</i>	30.04.20-10.05.20	80	4 (добре)
	Рубіжна атестація	11.05.20-16.05.20	90	4 (добре)
4	<i>Охарактеризувати вплив підприємств на стан якості вод р. Інгул в межах Миколаївської області. Висновки.</i>	17.05.20-29.05.2020	80	4 (добре)
5	<i>Оформлення кваліфікаційної бакалаврської роботи. Підготовка доповіді та графічного матеріалу до попереднього захисту.</i>	30.05.2020-02.06.2020	80	4 (добре)
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника</i>	03.06.2020-04.06.2020	80	4 (добре)
7	<i>Підготовка паперової версії бакалаврської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу для публічного захисту.</i>	05.06.2020-12.06.2020	80	4 (добре)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		80,0	

(до десятих)

Студент

_____ (підпис)

Смирнов І.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Вовкодав Г.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Екологічна оцінка якості вод річки Інгул в межах Миколаївської області (Смирнов І.О.)

Актуальність теми. Аналіз сучасного екологічного стану вод річки Інгул на території Миколаївської області свідчить, що негативні процеси на річці тривають. Річка забруднена хімічними речовинами, які потрапили у водоймище внаслідок скиду стічних вод промислових підприємств і втратили своє природне значення.

Проблема якісного й кількісного виснаження водних ресурсів із кожним роком стає все гострішою. Стан водної екосистеми річки Інгул в межах визначеної області поблизу розташування очисних споруд відображає зростання техногенного навантаження, що обумовлює процес її деградації.

Тому оцінка екологічного стану вод р. Інгул в межах Миколаївської області є актуальною задачею для науковців та працівників промислових підприємств.

Метою досліджень є екологічна оцінка стану вод річки Інгул у контрольному створі у межах Миколаївської області.

Об'єктом нашого дослідження є басейн річки Інгул в межах Миколаївської області.

Предметом досліджень є оцінка стану вод річки Ігул у межах Миколаївської області.

Вихідні дані лабораторного аналізу проб води були надані Миколаївським регіональним управлінням водних ресурсів.

Результати дослідження. Якість води річки Інгул оцінюється як «задовільна». За останні роки спостерігається зниження рівня забруднення. Основним джерелом забруднення р. Інгул є комунально-побутові та шахтно-дренажні стічні води.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, використаних літературних джерел (28 найменування). Робота містить 7 рисунків, 11 таблиць. Загальний обсяг роботи –74 сторінки.

Ключові слова: інтегральний екологічний індекс, екологічна оцінка, клас якості вод.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
1 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ ОПИС БАСЕЙНУ РІЧКИ ІНГУЛ.....	9
1.1 Фізико - географічна характеристика	9
1.2 Характеристика басейну річки Інгул.....	18
1.2.1 Форми рельєфу.....	18
1.2.2 Клімат.....	20
1.2.3 Рослинність.....	21
1.2.4 Тваринний світ	24
1.3 Моделювання гідрологічного режиму.....	26
1.3.1 Характеристика гідрохімічного режиму та гідрологічні чинники формування хімічного складу	27
1.3.2 Антропогенний вплив на долину	29
2 ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ.....	31
3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ ІНГУЛ.....	42
3.1 Головні чинники, які впливають на стан вод р. Інгул.....	42
3.2 Оцінка якісного та кількісного стану вод річки Інгул.....	43
3.3 Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками.....	50
3.4 Оцінка якості води за специфічними речовинами токсичної дії...56	
3.5 Оцінка і класифікація вод р. Інгул.....	60
ВИСНОВКИ	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	73
ДОДАТКИ.....	78

ВСТУП

Актуальність досліджуваної проблеми. Погіршення екологічної ситуації річки Інгул в межах Миколаївської області відбувається внаслідок нераціонального використання водних ресурсів, значного техногенного впливу та є вкрай відчутною проблемою і несе приховану небезпеку для нинішнього й майбутніх поколінь.

Визначення якості поверхневих вод ґрунтується на основі екологічної класифікації, що включає набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних та інших показників, які відображають особливості складових водних екосистем. Екологічна класифікація на основі інтегрального показника забруднення є критерієм екологічної оцінки якості поверхневих вод, а також складовою частиною нормативної бази для комплексної характеристики стану навколишнього природного середовища й основою для оцінки впливу людської діяльності на довкілля. Виконання екологічної оцінки проводилося за допомогою інтегрального показника забруднення води. Екологічні ризики від господарської діяльності, що проводилися і проводяться в Миколаївській області, зумовлюють необхідність застосування комплексного підходу для вивчення довгострокових тенденцій і закономірностей зміни якісних показників поверхневих вод річки Інгул.

Аналіз сучасного екологічного стану вод річки Інгул на території Миколаївської області свідчить, що негативні процеси на річці тривають. Річка забруднена хімічними речовинами, які потрапили у водоймище внаслідок скиду стічних вод промислових підприємств і втратили своє природне значення.

Проблема якісного й кількісного виснаження водних ресурсів із кожним роком стає все гострішою. Стан водної екосистеми річки Інгул в межах визначеної області поблизу розташування очисних споруд відображає зростання техногенного навантаження, що обумовлює процес її деградації. Для покращення стану вод річки Інгул необхідно виділити пріоритетні напрями екологічної діяльності. На сьогодні актуальним залишається питання щодо

аналізу стану вод річки Інгул відповідно, оцінювання роботи очисних споруд, які здійснюють скиди в поверхневі водойми.

Визначення одночасно всіх показників не завжди є необхідним та економічно доцільним. Практично (залежно від мети досліджень) оцінка якості поверхневих вод ґрунтується на обраних показниках, величини яких мають визначатися за уніфікованими методами аналізу якості компонентів довкілля [1]. Оцінити якісно й кількісно стан вод річки Інгул, що знаходяться під впливом людської діяльності, досить складне завдання, оскільки залежить від багатьох факторів [2–4].

Реальна оцінка екологічної обстановки, а також процесів, що відбуваються у водах річки, неможливі без застосування максимально достовірних критеріїв, тобто якісних або кількісних ознак, взятих за основу класифікації стану поверхневих вод.

Метою досліджень є екологічна оцінка стану вод річки Інгул у контрольному створі у межах Миколаївської області.

Об'єктом нашого дослідження є басейн річки Інгул в межах Миколаївської області.

Предметом досліджень є оцінка стану вод річки Інгул у межах Миколаївської області.

Аналіз стану забруднення поверхневих вод у контрольних створах виконано на основі даних спостережень за вмістом гідрохімічних показників, наданих Миколаївським регіональним управлінням водних ресурсів.

1 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ ОПИС БАСЕЙНУ РІЧКИ ДЕСНА

1.1 Історичні відомості

Інгул згадується в історичних джерелах X-XI століть. Першим його виявили, судячи з назви, турецькі завойовники, що здійснювали набіги у ці краї з берегів Чорного моря. Їх вразила велика кількість озер, розташованих по течії річки. Тому й назвали вони її Єнічел – нове озеро. Пізніше назва трансформувалась в Інгул. Місцевий краєзнавець Юрій Матівос стверджує, що першу згадку про річку знайдено ще у візантійського історика IX століття Костянтина Порфирородного. Назва у нього звучить так: Хінгулус. Згадує Інгул у своєму "Літописі" знаменитий літописець доби козацтва Самійло Величко у зв'язку з подіями 1673 року, героями яких були гетьман Петро Дорошенко та ротмістр надвірної хоругви майбутній гетьман України Іван Мазепа. До зруйнування Січі (1775р.) на Інгулі розташовувалось 17 козацьких зимівників. Назву Інгул знаходимо в історичних працях Михайла Грушевського, Дмитра Яворницького, Наталії Полонської-Василенко та інших дослідників. Ще до 1740 року річка була кордоном з Туреччиною і її правий берег знову перейшов під юрисдикцію Запорозької Січі за угодою між Росією та Туреччиною, перша з двох міцно осіла на берегах ріки вже через 14 років.

Витік річки знаходиться на висоті більше 170 м над рівнем моря у глибокій, частково залісненій балці в західній частині околиць с. Бровкове Новомиргородського району Кіровоградської області, витікає річка з невеликого лісового озера; абс.відм. витоку —153,8 м, гирла (м. Миколаїв) — 0,1 м [Сл. гідр., 1979)]; Миколаївська область.

Довжина річки 354 км, площа басейну - 9890 кв.км.

Тече Інгул в південному напрямку по Придніпровській височині, а в нижній частині протікає по Причорноморській низовині, ділиться на рукави і впадає в Бузький лиман Чорного моря в Миколаєві. Річка судноплавна впродовж 55 км від устя- до села Пересадівка.

У верхів'ях річка має вузьке, звивисте русло; на ділянці між селами Костичі та Виноградівка - плавні; в середній течії русло розширюється до 30 м, в нижній - до 80 м і більше. Глибина річки переважно 0,7 - 1,2 м; швидкість течії - до 0,5 м/с (1,8 км/год). Притоки Інгулу - Сугоклея, Аджамка, Кам'янка, Громоклея, Березівка та інші.

Замерзає в першій половині грудня, розкривається на початку березня. Долина річки майже на всьому протязі трапециевидна шириною до 4 км і глибиною до 60 м; берега скельні, з виходами граніту і гнейсів. Інгул протікає через увесь Кіровоград. У межах міста в Інгул впадають дрібніші притоки: права - Грузька, ліва - Біянка.

Назва річки, походить від оніма Qgъ|ъ. Трансформація назви Інгул базується на тюркській фонетичній обробці (вірогідно, з XIII ст.) східнослов'янського слова Уголь. Дотюркське функціонування даного гідроніма лінгвісти пов'язують зі східнослов'янськими племенами уличів (угличів). На стародавніх картах гідронім Інгул подається у формі In\kul, Anguelt Wielky (Geographie Blaviane, 1667), InguletWielky (атлас Віта, друга половина XVII ст.).

Майже всі історичні джерела свідчать, що річка Інгул у районі Кіровограда більше нагадувала струмок. Ось як про це пише автор нарису про Єлисаветград, опублікованого 1898 року у збірнику «Живописная Россия», Давидович: «Інгул наскільки мілководний, що ледве не висихає і має влітку глибину лише кілька сантиметрів. Разом з тим кількість води, що проходить через Інгул протягом року, досить значна.

Влітку від дощів, майже щорічно, вода піднімається на кілька метрів, а потім за кілька годин зовсім спадає». Інші автори підтверджують ці слова.

Характерний опис Інгулу міститься у щорічному альманасі «Голос Юга» за 1913 рік: «Річка Інгул протікає через все місто, починаючи з Ковалівки, і губиться за Кушівкою та Завадівкою, де зливається з річкою.

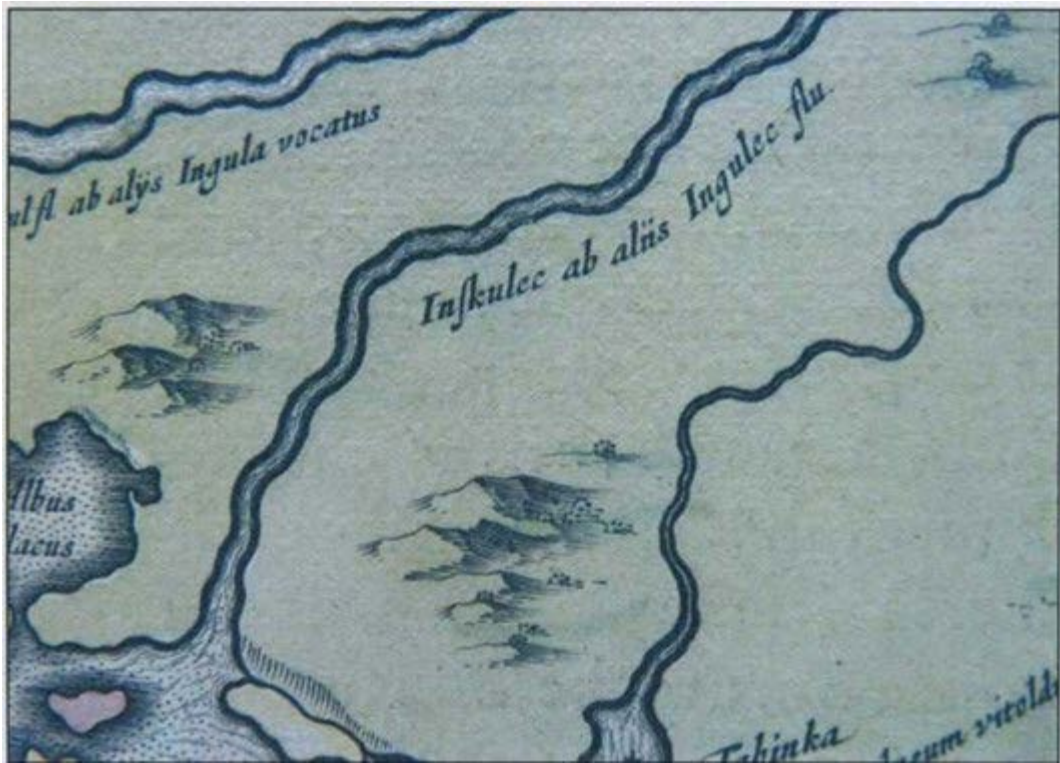


Рис. 1.1 Фрагмент карти з атласу Я.Блау (1667р.). Межиріччя Інгулу — Інгульця

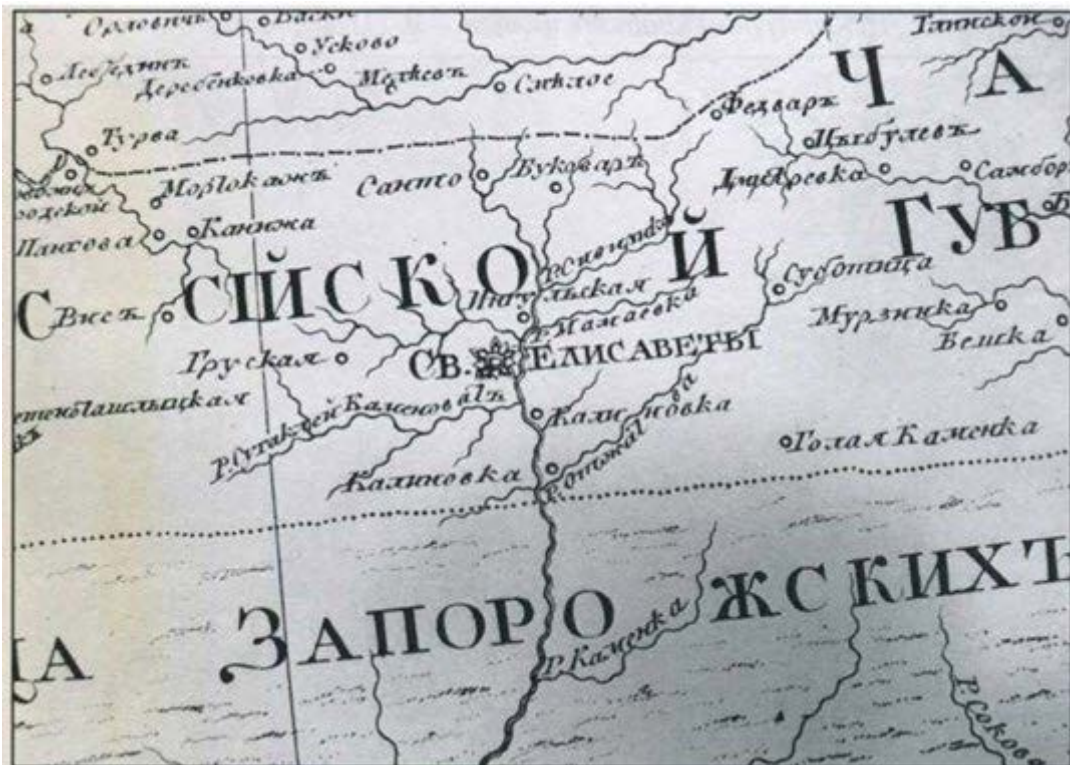


Рис. 1.2 Фрагмент карти І. Трускота (1769 р.), у центрі - фортеця Святої Єлисавети.

Характерний опис Інгулу міститься у щорічному альманасі «Голос Юга» за 1913 рік: «Річка Інгул протікає через все місто, починаючи з Ковалівки, і губиться за Кущівкою та Завадівкою, де зливається з річкою Сугоклея, що протікає по Міському саду. Обидві річки влітку майже зовсім пересихають, особливо Сугоклея. Інгул представляє тоді вкрай смердюче болото, що отрує міське повітря своїми випарами. В цей час річку можна в багатьох місцях перейти вброд. Зате навесні, під час повені, Інгул сильно розливається і систематично затоплює всі нищі частини міста: базарну площу, прилеглі вулиці, сади, городи тощо. Вперше сильна повінь спостерігалася в 1841 р., коли загинуло чимало людей, а вода досягла майже собору. Значних розмірів досягли повені і в другій половині 90-х. Остання велика повінь була в 1900 році».

Собор, про який йде мова, - Успенський. Сьогодні на його місці, розташованому в 2 кварталах від річки, знаходиться мерія Кіровограда.

Велика повінь сталася у Єлисаветграді 27 та 28 березня 1841 року. Річка скресла несподівано, вода, що утворилася від швидкого танення снігу, піднялася на значну висоту. Були затоплені базар, Ковалівка. Розлив води на Великій Перспективній вулиці майже досягнув собору (тепер на тому місці розташоване приміщення міськради). Нижні вулиці у напрямку Кущівки були покриті водою до Преображенської. Були й людські жертви: 20 чоловік утопилося. Причому люди гинули на очах городян і не можна було їм допомогти: швидка течія несла бідолах униз і розбивала об міст, який повінь зруйнувала. Були знесені будинки двох кварталів, були пошкоджені інші об'єкти.

Аби запобігти подібним стихійним лихам, міська влада здійснила низку заходів, зокрема щодо вирівнювання русла річки, яка до того була дуже звивистою. До 1850 року Інгул протікав Банною площею (Б.Хмельницького), круто повертав униз у районі сучасного готелю «Київ». Планувалося вирівняти русло і в районі Кущівки, але задум залишився невтіненим у життя.

Наступна велика повінь сталася у Єлисаветграді в 1896 році. Причиною стала злива, яка пройшла вночі 18 березня. На ранок вода в Інгулі почала швидко підніматися, під вечір вона знесла на базарі міст, прорвала кілька гребель. 22

березня Інгул увійшов у своє русло. На Ковалівці вода досягла Духовного провулка (СШ №14), частини Московської (Держинського), Бульварної (Фрунзе) вулиць. На правобережжі повністю був знищений сад Альгамбра, залито Андріївську вулицю. У центрі міста повінь досягла Банної площі, повністю був залитий базар, частина вулиць Олександрівської, Михайлівської (Тарковського, Кірова) та інших. Суцільне озеро утворилося на Османському бульварі, Нижнепермській (Фісановича), Вознесенській (Свердлова) вулицях. Потерпіло багато осель, магазинів, громадських споруд, але людських жертв не було.

У наші часи найбільша повінь була зареєстрована у 1980 році. Її причиною був не сніг та інші природні чинники, а людський фактор. Неправильні дії гідротехніків по черговості відкриття водних запорів на Інгулі та річках, що в нього впадають, і призвели до повені. Тоді вода дуже розлилася у районі Ковалівки і Кущівки, де потерпіло багато житлових будинків, а з окремих будинків навіть довелося евакуювати мешканців. У центрі вода досягала магазину «Дитячий світ». Транспорт між лівобережною і правобережною частинами з обох боків ходив лише до мостів, далі пасажири користувалися спеціальними переходами, а в окремих випадках і човнами. Завдяки вжитим заходам вдалося уникнути людських жертв. Після повені 1980 була розроблена генеральна схема захисту міста Кіровограда від підтоплення паводковими водами. У програмі було закладено регулювання русла річки Інгул протягом 13,4 кілометра, у тому числі в центральній частині міста: від ТЕЦ до моста по вулиці Кірова, а також будівництво шести водосховищ вище Кіровограда.



Рис. 1.3 Повінь 1980 року

Проте, за словами міського голови Олександра Саїнуса (2010–2014), «Намагання ліквідувати загрозу повеневих підтоплень території міста та реалізація цілої низки технічних протипаводкових заходів, таких, як зміна русла річки, будівництво обвідного каналу навколо Парку Пушкіна, мурування берегів бетоном, на мою думку, порушили гідробіологічний баланс Інгулу, створили передумови його активного замулення і заростання очеретом. Можна сказати, що сьогоднішній стан річки – це гірка плата за бездумне втручання людини у екологічно збалансоване природне середовище».

1.2

Річка Інгул – найбільша притока Південного Бугу, бере початок у с. Броково на Кіровоградщині на висоті 145,0 м над рівнем моря і протікає територією Кіровоградської і Миколаївської областей, впадає в р. Південний Буг з лівого боку. Практично по всій довжині річка тече в меридіональному напрямку. Загальна довжина ріки 354 км, площа водозбору 9890 км², середній уклін водної поверхні русла становить 0,41‰. Верхів'я басейну ріки розташоване в лісостепу, середня і нижня частина у степовій зоні.

Основна область живлення ріки розташована у верхній частині басейну, де середньорічна сума опадів дорівнює 500-560 мм у рік. Середньо багаторічний модуль річкового стоку складає – 1,09 л/с/км² . Велике значення для перерозподілу стоку має значна зарегульованість водосховищами, що здійснюють забір води на зрошення, промислове і питне водопостачання. Коефіцієнт зарегульованості верхньої частини басейну ставками і водосховищами – 0,4. Усього в басейні ріки нараховується 8 великих водосховищ. Середньо багаторічний стік твердих наносів по водомірному посту Седнівка (205 км від гирла) складає 200 тис. т/рік. Стік р. Інгул формується в основному взимово-весняний період внаслідок танення снігу і випадіння дощів, а також влітку за рахунок злив.

2 ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ

Оскільки не існує єдиного показника, що характеризував би весь комплекс характеристик води, оцінка якості води ведеться на основі системи показників. Показники якості води поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні і хімічні. Іншою формою класифікації показників якості води є їх поділ на загальні і специфічні. До загального відносять показники, характерні для будь-яких водних об'єктів. Присутність у воді специфічних показників обумовлено місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт [30-33].

До основних фізичних показників якості води відносяться:

- температура води. У водних об'єктах температура є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, переносу тепла течіями, перемішування водних мас і надходження підігрітих вод із зовнішніх джерел. Температура впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води. Температура води вимірюється в градусах Цельсія (°C). Температура є важливою гідрологічною характеристикою водойми, показником можливого теплового забруднення. Теплове забруднення водойми відбувається зазвичай в результаті використання води для відводу надлишкового тепла і скидання води з підвищеною температурою у водойму. При тепловому забрудненні відбувається підвищення температури води у водоймі в порівнянні з природними значеннями температур в тих же точках у відповідні періоди сезону. Основні джерела промислових теплових забруднень - теплі води електростанцій (насамперед атомних) і великих промислових підприємств, що утворюються в результаті відведення тепла від нагрітих агрегатів і машин [30-33]. Електростанції часто скидають у водойми воду, що має температуру на 8-12 °C більше, ніж забирається з того ж водоймища. Теплове забруднення небезпечно тим, що викликає інтенсифікацію процесів життєдіяльності і прискорення природних життєвих циклів водних організмів, зміну швидкостей хімічних і біохімічних реакцій, які протікають у водоймі. В умовах теплового забруднення значно змінюються кисневий режим і інтенсивність процесів самоочищення водойми, змінюється інтенсивність фотосинтезу та ін. У результаті цього порушується - природний баланс водойми, складаються особливі екологічні умови, що негативно позначаються на тваринному і рослинному співтоваристві, зокрема [30-33]:

- підігріта вода дезорієнтує водні організми, створює умови для виснаження харчових ресурсів;
- посилюються температурні відмінності по вертикальних верствам, особливо в холодний сезон, в протилежність тому, який складається в результаті природного розподілу температур води;

- при підвищенні температури води, зменшується концентрація розчиненого кисню, що посилює кисневий режим, особливо в зонах скидання комунально-побутових стоків;

- при підвищеній температурі багато водних організмів, зокрема риби, знаходяться в стані стресу, що знижує їх природний імунітет;

- відбувається масове розмноження синьо - зелених водоростей;

- утворюються теплові бар'єри на шляхах міграцій риби;

- зменшується видове різноманіття рослинного і тваринного «населення» водойм та ін. [30-33].

Фахівці встановили: щоб не допустити незворотних порушень екологічної рівноваги, температура води у водоймі влітку в результаті спуску забруднених (теплих) вод не повинна підвищуватися більш ніж на 3 ° С у порівнянні із середньомісячною температурою самого жаркого року за останні 10 років;

- органолептичні показники. Будь-яке знайомство з властивостями води, усвідомлюємо ми це чи ні, починається з визначення органолептичних показників, тобто таких, для визначення яких ми користуємося нашими органами чуття (зором, нюхом, смаком). Органолептична оцінка приносить багато прямої і непрямой інформації про склад води і може бути проведена швидко і без будь-яких приладів. До органолептичними характеристик відносяться кольоровість, мутність (прозорість), запах, смак і присмак [30-33].

- запах. Запах води створюється специфічними речовинами, що надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, що утримуються у воді, і надходження з зовнішніх джерел. Запах води вимірюється в балах. Запах води обумовлений наявністю в ній летких речовин, які пахнуть та які потрапляють у воду природним шляхом або зі стічними водами. Практично всі органічні речовини (особливо рідкі) мають запах і передають його воді. Зазвичай запах визначають при нормальній (20 °С) і при підвищеній (60 °С) температурі води.

Запах за характером поділяють на дві групи, що описує його суб'єктивно за своїми відчуттями:

1) природного походження (від живих і відмерлих організмів, від впливу ґрунтів, водної рослинності тощо);

2) штучного походження. Такі запахи зазвичай значно змінюються при обробці води.

Таблиця 2.1 – Характер та інтенсивність запаху [33]

Природного походження	Штучного походження
Землистий	Нафтопродуктів (бензиновий)
Гнильний	
Пліснявий	Хлорний
Торф'яний	Оцтовий
Трав'янистий	Фенольний

Інтенсивність запаху оцінюють за 5-бальною шкалою, наведеною в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Визначення характеру й інтенсивності запаху [33]

Інтенсивність запаху	Характер прояву запаху	Оцінка інтенсивності запаху
Немає	Запах не відчувається	0
Дуже слабка	Запах зразу не відчувається, але виявляється при ретельному дослідженні (при нагріванні води)	1
Слабка	Запах помічається, якщо звернути на це увагу	2

Помітна	Запах легко помічається і викликає неохвальний відгук про воду	3	
Чітка	Запах звертає на себе увагу і змушує утриматися від пиття	4	
Дуже сильна	Запах настільки сильний, що робить воду непридатною до вживання	5	

- прозорість. Прозорість води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді речовинами органічного і мінерального походження, що знаходяться у воді в зваженому і колоїдному стані. Прозорість визначає протікання біохімічних процесів, що вимагають освітленості (первинне продукування, фотоліз). Прозорість вимірюється в сантиметрах;

- каламутність. Каламутність води обумовлена змістом зважених у воді дрібнодисперсних домішок - нерозчинних або колоїдних частинок різного походження. Каламутність води обумовлює і деякі інші характеристики води - такі як [31-33]:

- наявність осаду, який може бути відсутнім, бути незначним, помітним, великим, дуже великим, сягаючи в міліметрах;

- завислі речовини, або грубодисперсні домішки - визначаються гравіметрично після фільтрування проби, по приросту ваги висушеного фільтра. Цей показник зазвичай малоінформативний і має значення, головним чином, для стічних вод;

- кольоровість. Кольоровість води обумовлюється вмістом органічних забарвлених сполук. Речовини, що визначають забарвлення води, надходять у воду унаслідок вивітрювання гірських порід, внутрішньо водоймових продуційних процесів, з підземним стоком, з антропогенних джерел. Висока кольоровість знижує органолептичні властивості води, зменшує вміст розчиненого кисню. Кольоровість вимірюється в градусах. Кольоровість - природна властивість природної води, обумовлене присутністю гумінових речовин і комплексних сполук заліза. Кольоровість води може визначатися властивостями і структурою дна водойми, характером водної рослинності,

прилеглих до водойми ґрунтів, наявністю в басейні болот і торфовищ та ін. Кольоровість води визначається візуально або фотометричним, порівнюючи забарвлення проби з забарвленням умовної 100 - градусної шкали кольоровості води. Для води поверхневих водойм цей показник допускається не більше 20 градусів за шкалою кольоровості [31-33];

- вміст зважених речовин. Джерелами зважених речовин можуть служити процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, збівтування донних відкладень, продукти метаболізму і розкладання гідробіонтів, продукти хімічних реакцій і антропогенні джерела. Зважені речовини впливають на глибину проникнення сонячного світла, погіршують життєдіяльність гідробіонтів, приводять до замулювання водних об'єктів, викликаючи їх екологічне старіння (евтрофікацію). Вміст зважених речовин вимірюється в мг/дм³;

- бактеріологічні показники характеризують забруднення води патогенними мікроорганізмами. До числа найважливіших бактеріологічних показників відносять: колі-індекс - кількість кишкових паличок в одному літрі води; колі-титр - кількість води в мілілітрах, у якому може бути виявлена одна кишкова паличка; чисельність лактозопозитивних кишкових паличок; чисельність коліфагів [31-33];

- гідробіологічні показники дають можливість оцінити якість води за тваринними організмами і рослинністю водойм. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися при настільки слабкому забрудненні водних об'єктів, що не виявляється ніякими іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливими. Існує кілька підходів до гідробіологічної оцінки якості води.

Оцінка якості води за рівнем сапробності. Сапробність - це ступінь насичення води органічними речовинами. Відповідно до цього підходу водні об'єкти (або їх ділянки) у залежності від вмісту органічних речовин підрозділяють на полісапробні, α -мезосапробні, β -мезо-сапробні й олігосапробні. Найбільш забрудненими є полісапробні водні об'єкти. Кожному рівню сапробності відповідає свій набір індикаторних організмів-сапробіонтів.

На основі індикаторної значимості організмів і їх кількості обчислюють індекс сапробності, по якому визначається рівень сапробності [31].

Оцінка якості води за видовою розмаїтістю організмів. Зі збільшенням ступеня забруднення водних об'єктів видова розмаїтість, як правило, знижується. Тому зміна видової розмаїтості є показником зміни якості води. Оцінку видової розмаїтості здійснюють на основі індексів розмаїтості (індекси Маргалєфа, Шеннона й ін.) [32].

Оцінка якості води за функціональними характеристиками водного об'єкта. У цьому випадку про якість води судять по величині первинної продукції, інтенсивності деструкції і деяких інших показників.

Фізичні, бактеріологічні і гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води [33].

Хімічні показники можуть бути загальними і специфічними. До числа загальних хімічних показників якості води відносять:

- розчинений кисень. Основними джерелами надходження кисню у водні об'єкти є газообмін з атмосферою (атмосферна реаерація), фотосинтез, а також дощові і поталі води, що, як правило, перенасичені киснем. Окисні реакції є основними джерелами енергії для більшості гідробіонтів. Основними споживачами розчиненого кисню є процеси дихання гідробіонтів і окислювання органічних речовин. Низький вміст розчиненого кисню (анаеробні умови) позначається на всьому комплексі біохімічних і екологічних процесів у водному об'єкті [31-33];

- хімічне споживання кисню (ХСК). ХСК визначається як кількість кисню, необхідного для хімічного окислювання води, що міститься в одиниці об'єму, органічних і мінеральних речовин. При визначенні ХСК у воду додається окислювач - біхромат калію. Величина ХСК дозволяє судити про забруднення води речовинами, що окисляються, але не дає інформації про склад забруднення. Тому ХСК відносять до узагальнених показників;

- біохімічне споживання кисню (БСК). БСК визначається як кількість кисню, затрачувана на біохімічне окислювання, що міститься в одиниці об'єму

води органічних речовин за визначений період часу. В Україні на практиці БСК оцінюють за п'ять діб (БСК₅) і двадцять доби (БСК₂₀). БСК₂₀ звичайно трактують як повне БСК (БСК_{повн}), ознакою якого є початок процесів нітрифікації в пробі води. БСК також відноситься до узагальнених показників, оскільки воно служить оцінкою загального забруднення води легкоокислюваних органічними речовинами [31-33];

- водневий показник (рН). У природних водах концентрація іонів водню залежить, головним чином, від співвідношення концентрацій вугільної кислоти і її іонів. Джерелами вмісту іонів водню у воді є також гумінові кислоти, що є присутнім у кислих ґрунтах і, особливо, у болотних водах, гідроліз солей важких металів. Від рН залежить розвиток водних рослин, характер протікання продукційних процесів. Водневий показник (рН) являє собою негативний логарифм концентрації водневих іонів в розчині. Для всього живого у воді (за винятком деяких кислотостійких бактерій) мінімально можлива величина рН = 5. Дощ, що має рН < 5,5, вважається кислотним дощем. У питній воді допускається рН від 6,0 до 9,0. У воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування - 6,5-8,5. Величина рН природної води визначається, як правило, співвідношенням концентрацій гідрокарбонат - аніонів і вільного СО₂. Знижене значення рН характерно для болотних вод за рахунок підвищеного вмісту гумінових та інших природних кислот. Вимірювання рН при контролі якості природної і питної води проводиться практично повсюдно [31-33];

- азот. Азот може знаходитися в природних водах у вигляді вільних молекул N₂ і різноманітних сполук у розчиненому, колоїдному або зваженому стані. У загальному азоті природних вод прийнято виділяти органічну і мінеральну форми. Основними джерелами надходження азоту є внутрішньоводоймові процеси, газообмін з атмосферою, атмосферні опади й антропогенні джерела. Різні форми азоту можуть переходити одна в іншу в процесі кругообігу азоту. Азот відноситься до числа найважливіших лімітуючих

біогенних елементів. Високий вміст азоту прискорює процеси евтрофування водних об'єктів;

- фосфор. Фосфор у вільному стані в природних умовах не зустрічається. У природних водах фосфор знаходиться у вигляді органічних і неорганічних сполук. Основна маса фосфору знаходиться в зваженому стані. Сполуки фосфору надходять у воду в результаті внутрішньоводоймових процесів, вивітрювання і розчинення гірських порід, обміну з донними відкладеннями і з антропогенних джерел. На вміст різних форм фосфору впливають процеси його кругообігу. На відміну від азоту круговорот фосфору незбалансований, що визначає його більш низький вміст у воді. Тому фосфор найбільше часто виявляється тим лімітуючим біогенним елементом, вміст якого визначає характер продукційних процесів у водних об'єктах [31-33];

- мінеральний склад. Мінеральний склад визначається за сумарним вмістом семи головних іонів: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Основними джерелами підвищення мінералізації є ґрунтові і стічні води. З погляду впливу на людину і гідробіоти несприятливими є як високі, так і надмірно низькі показники мінералізації води. Мінеральний склад води цікавий тим, що відображає результат взаємодії води як фізичної фази і середовища життя з іншими фазами (середовищами): твердою, тобто береговими, а також ґрунтоутворюючими мінералами і породами; газоподібною (з повітряним середовищем), з вологою яка міститься в ній і мінеральними компонентами. Крім того, мінеральний склад води обумовлений цілою низкою фізико - хімічних і фізичних процесів, що протікають в різних середовищах - розчинення і кристалізації, пептизації і коагуляції, седиментації, випаровування і конденсації та ін. Значний вплив на мінеральний склад води поверхневих водойм надають процеси, які протікають в атмосфері і в інших середовищах за участю сполук азоту, вуглецю, кисню, сірки та ін. Ряд показників якості води, так чи інакше, пов'язаний з визначенням концентрації розчинених у воді різних мінеральних речовин. Розчиненні у воді мінеральні солі оказують різний внесок в загальний солевміст, який може бути розрахований підсумовуванням концентрацій кожної

з солей. Прісною вважається вода, що має загальний солевміст не більше 1 г/дм³. Можна виділити дві групи мінеральних солей, які зазвичай зустрічаються в природних водах [34-35].

Як видно з табл. 2.3, основний внесок в мінеральний склад вносять солі першої групи, і утворюють так звані «головні іони». До них відносяться хлориди, карбонати, гідрокарбонати, сульфати. Відповідними катіонами для названих аніонів є калій, натрій, кальцій, магній. Солі другої групи також необхідно враховувати при оцінці якості води, тому що на кожному з них встановлено значення ГДК, хоча вони вносять незначний внесок у солевміст природних вод.

До специфічних показників якості води, які зустрічаються найбільш часто, відносяться [36]:

- феноли. Вміст фенолів у воді, поряд з надходженням з антропогенних джерел, може визначатися метаболізмом гідробіонтів і біохімічною трансформацією органічних речовин. Джерелом надходження фенолів є гумінові речовини, що утворюються в ґрунтах і торфовищах. Феноли впливають на гідробіонти і погіршують органолептичні властивості води;

- нафтопродукти. До нафтопродуктів відносяться паливо, олії, бітуми і деякі інші продукти, що являють собою суміш вуглеводнів різних класів. Джерелами надходження нафтопродуктів є витіки при їх видобутку, переробці і транспортуванні, а також стічні води. Незначна кількість нафтопродуктів

Таблиця 2.3 - Основні компоненти мінерального складу води [33]

Компонент мінерального складу води	Гранично-допустима концентрація (ГДК) ₁₅
ГРУПА 1	
1. Катіони:	
Кальцій (Ca ²⁺)	200 мг/дм ³
Натрій (Na ⁺)	200 мг/ дм ³
Магній (Mg ²⁺)	100 мг/ дм ³
2. Аніони:	
Гідрокарбонат (HCO ³⁻)	1000 мг/ дм ³

Сульфат (SO_4^{2-})	500 мг/ дм ³
Хлорид (Cl^-)	350 мг/ дм ³
Карбонат (CO_3^{2-})	100 мг/ дм ³
ГРУПА 2	
1.Катіони:	
Амоній (NH_4^+)	2,5 мг/ дм ³
Важкі метали	0,001 моль/ дм ³
Залізо загальне (сума Fe_2^+ і Fe_3^+)	0,3мг/ дм ³
2.Аніони:	
Нітрат (NO_3^-)	45 мг/ дм ³
Ортофосфат (PO_4^{3-})	3,5 мг/ дм ³
Нітрит (NO_2^-)	0,1 мг/ дм ³

може виділятися в результаті внутрішньо-водоймових процесів. Вхідні до складу нафтопродуктів вуглеводні створюють токсичний і, до деякої міри, наркотичний вплив на живі організми, уражаючи серцево-судинну і нервову системи;

- ПАР і СПАР. До поверхнево-активних речовин (ПАР) відносять органічні речовини, що володіють різко вираженою здатністю до адсорбції на поверхні розділу "повітря-рідина". У переважній більшості поверхнево-активних речовин, що попадають у воду, є синтетичними (СПАР). СПАР впливають на гідробіонтів і людину, погіршують газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутрішньо-водоймових процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР відносяться до речовин, які повільно розкладаються [37];

- пестициди. Під пестицидами розуміють велику групу штучних хлорорганічних і фосфорорганічних речовин, застосовуваних для боротьби з бур'янами, комахами і гризунами. Основним джерелом їх надходження є поверхневий і дренажний стік із сільськогосподарських територій. Пестициди мають токсичну, мутагенну і кумулятивну дію, руйнуються повільно. Важкі

метали. До числа найбільш розповсюджених важких металів відносяться свинець, мідь, цинк. Важкі метали мають мутагенну і токсичну дію, різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах.

Серед нормативів якості води встановлюються лімітуючі показники шкідливості - органолептичні, санітарно - токсикологічні чи загально-санітарні. Лімітуючий показник шкідливості - це ознака, що характеризується найменшою нешкідливою концентрацією речовини у воді. До органолептичних лімітуючих показників відносяться ті, невідповідність нормативам для яких викликають незадовільну органолептичну оцінку (за смаком, запахом, кольором) при концентраціях, що знаходяться в межах допустимих значень. До органолептичних лімітуючих показників відносять також ГДК для забарвлення яких мають сполуки хрому (VI) і хрому (III); мають запах і характерний присмак гасу і хлорофосу. Лімітовані загально-санітарні показники встановлюються у вигляді нормативів для відносно малотоксичних і нетоксичних сполук - наприклад, оцтової кислоти, ацетону, дибутилфталата і т.п. Для інших шкідливих речовин встановлені лімітуючі санітарно - токсикологічні показники шкідливості [37].

3.1 Головні чинники, які впливають на стан вод р. Інгул

Водні ресурси річки Інгул є джерелом питного і технічного водопостачання таких великих міст, як Миколаїв, Кіровоград та багатьох населених пунктів, використовуються в енергетичних цілях. У сучасний період загострення багатьох екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням природних вод, особливого значення набувають питання дослідження якості водних ресурсів. Проблема оцінки якості поверхневих вод сьогодні є актуальною не лише для екологів, а й для широкого кола споживачів води, і вимагає постійної уваги у зв'язку зі зростаючим антропогенним навантаженням на водні об'єкти.

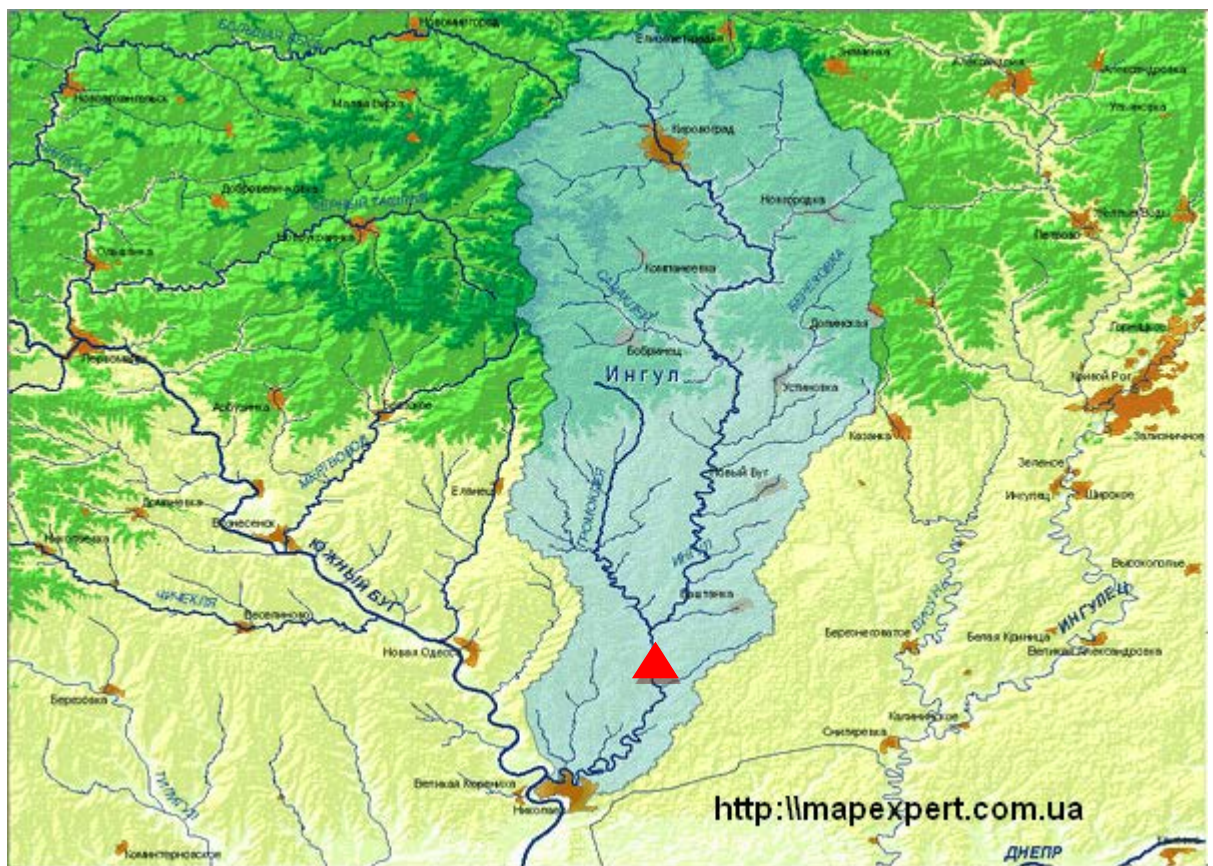


Рис. 3.1 – Карта-схема річки Інгул та розташування контрольного створу спостережень [5]

Вивчення екологічного стану природних вод має важливе значення для наукових досліджень і практичних потреб, оскільки дає змогу раціонально використовувати водні об'єкти та забезпечити їхню охорону від забруднення [38, 39].

Виникає потреба наукового обґрунтування раціонального водокористування та розробки заходів охорони вод р. Інгул від забруднення. І першим кроком на цьому шляху є оцінка якості вод.

Сьогодні цій проблемі присвячено чимало наукових праць [31, 32].

Об'єктом нашого дослідження є басейн річки Інгул. Головним мотивом у виборі об'єкта дослідження були особливості географічного положення басейну.

Якість поверхневих вод, відповідає вимогам, які пред'являються до водних об'єктів рибогосподарського призначення за винятком заліза загального, марганцю, амоній-іонів, нітрит-іонів. Перевищення таких показників як залізо загальне та особливо марганець, пояснюється переважно природними факторами: за рахунок проходження річок області по заболоченій і лісистій місцевості.

Забруднення амоній-іонами, нітрит-іонами пов'язано з антропогенними джерелами забруднення, які надходять з підприємств комунального господарства та промислових підприємств [38, 39].

3.2 Оцінка якісного та кількісного стану вод річки Інгул

Якістю води називають характеристику її складу і властивостей, яка визначає придатність цієї води для конкретних видів водокористування [34].

Якість природних вод, тобто ступінь їхньої придатності для практичного використання, переважно визначається складом і кількістю розчинених і завислих речовин, мікроорганізмів і гідробіонтів. У подальшому розглядатимемо питання, пов'язані з оцінкою якості вод за гідрохімічними показниками, які визначають під час проведення регулярних моніторингових спостережень [40, 41].

Оцінка якісного та кількісного стану природних вод передбачає визначення низки гідрохімічних показників. Найчастіше визначають такі показники: рівень рН, лужність, твердість, вміст хлоридів, сульфатів, кальцію, магнію, калію, натрію, мінералізація, завислі речовини, іони амонію, вміст

нітратів, нітритів, фосфатів, окислюваність, БСК₅, ХСК, концентрація заліза загального, синтетичні поверхнево активні речовини, нафтопродуктів. Іноді визначають концентрацію специфічних показників токсичної дії. Найпоширенішим методом оцінки якості вод є порівняння перелічених гідрохімічних показників із нормами гранично – допустимої концентрації.

Обробка й систематизація даних за період з 2016 по 2017 роки (табл. 3.1) хімічного аналізу води річки Інгул в контрольному створі (в межах с. Новогорожено) свідчить, що за період спостережень загальна мінералізація води змінювалась від 253,3 мг/дм³ (прісна гіпогалинна) до 649,7 мг/дм³ (прісна олігогалинна). При цьому, найменше та найбільше значення мінералізації води припадає на зимову межень. Середньоарифметичне значення за весь період досліджень становить 541,6 мг/дм³.

Зміна мінералізації води р. Інгул в значній мірі залежить від гідрологічного режиму. Збільшення мінералізації відбувається при зменшенні витрат і навпаки.

За середньоарифметичним ступенем мінералізації вода річки Інгул в 2016-2017 рр. – до прісної олігогалинної другої категорії якості (дуже доброї).

Перевищення показників гранично допустимих концентрацій, встановлених для водойм господарськопобутового водопостачання (ГДК), спостерігалось на протязі року у всіх відібраних пробах по ХСК від 21,01 до 36,98 мгО₂/дм³ (норма 15,0 мгО₂/дм³), БПКп – від 3,27 до 4,41 мгО₂/дм³ (норма ГДК=3,0 мгО₂/дм³), а також по лужності 6,62 – 7,50 мгО₂/дм³ при нормі 0,5-6,5 мгО₂/дм³, та по магнію 49,86мг/дм³ при нормі 40,0 мг/дм³, вміст заліза у воді становить - 0,5-1,7 при нормі не більше 0,2 мг/дм³. Загальна жорсткість води перевищувала нормативні показники в деяких пробах. Показник жорсткості знаходився в межах від 6,0 до 9,4 мг-екв/дм³ при нормі ГДК 7,0 мг-екв/дм³. Збільшення жорсткості води спостерігалось в холодний період року за рахунок сульфатів, кальцієвих та магнієвих солей.

Хлориди, сульфати та гідрокарбонати натрію (калію), магнію та кальцію надходять до поверхневих вод суші в основному внаслідок розчинення у воді різних гірських порід, мінералів, солей тощо. Наприклад, кальцій міститься в

природі переважно у вигляді карбонату в багатьох мінералах (кальцит, мармур, вапняк, крейда, мергель, доломіт), далі у вигляді сульфату (гіпс, ангідрит) і, нарешті, в породах вулканічного походження (граніт, діорит, базальт), які на 100 кг породи містять приблизно 4 кг хімічно зв'язаного кальцію. Сульфати кальцію відносно добре розчинні у воді і разом із сульфатами магнію створюють постійну твердість води. БПК вказує перевантаженість води органічними забруднювачами.

Багато органічних сполук різних класів надходить до природних вод із стічними водами підприємств органічного синтезу, а також з комунально-побутовими та сільськогосподарськими стоками. Такі сполуки, особливо відходи хімічних виробництв, часто є дуже токсичними, і їх вміст у природних водах треба ретельно контролювати.

За середньоарифметичним ступенем мінералізації вода річки Інгул в 2016-2017 рр. – до прісної олігогалинної другої категорії якості (дуже доброї).

Вміст переважаючого аніону гідрокарбонату у воді за цей період змінювався від 184,0 мг/дм³ до 372,0 мг/дм³, тобто мінімальне значення менше за максимальне майже в 2 рази. Ряд інших максимальних значень вмісту гідрокарбонатів у воді річки Інгул припадає на зимову межень – 282 мг/дм³, а мінімальних – на весняну повінь та літню межень - 137 мг/дм³, 184 мг/дм³. Середньоарифметичні значення вмісту НСО₃⁻ у воді становили: 215,9 мг/дм³ – за весь період досліджень. Відсотковий вміст гідрокарбонатів у воді річки зростав від 72,60%-екв до 76,38%-екв, після чого зменшувався.

Таблиця 3.1- Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості природної води р. Інгул за 2016-2017 рр. (в межах с. Новогорожино)

Показники	2016	2017
СО ₃ ²⁻ , мг/дм ³	7,33	8,14
НСО ₃ ⁻ , мг/дм ³	269,75	262,75
Сl ⁻ , мг/дм ³	36,43	23,10

SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	38,03	17,68
Ca ²⁺ , мг/дм ³	72,33	73,95
Mg ²⁺ , мг/дм ³	24,56	12,54
Na ⁺ , мг/дм ³	21,32	11,69
K ⁺ , мг/дм ³	5,75	3,28
Заг. мін., мг/дм ³	462	403
Сухий залишок, мг/дм ³	368,35	347,60
pH, од	7,6	6,93
Жорсткість, мг-екв/дм ³	5,29	4,88

Вміст сульфатів у воді р. Інгул змінювався від 10,2 мг/дм³ до 62,4 мг/дм³. Необхідно відмітити, що лише в одній пробі концентрація сульфатів перевищувала ГДК для водойм рибогосподарського призначення, тобто в 0,7% випадків, а для водойм господарсько-питного призначення – випадків перевищення ГДК не зафіксовано. Середньоарифметичні значення вмісту у воді SO₄²⁻ становили 38,2 мг/дм³ – за весь період досліджень.

Таблиця 3.2 - Середньоарифметичний вміст головних іонів і мінералізації води р. Інгул за різні періоди спостережень (в межах с. Новогорожино)

Інгредієнти	2016	2017
Вміст у мг/дм ³		
Мінералізація	462	403
Сухий залишок	368	347

K ⁺	5,75	3,28
Na ⁺ + K ⁺	27,07	14,97
Mg ²⁺	24,56	12,54
Ca ²⁺	72,33	73,95
Cl ⁻	36,43	23,10
SO ₄ ²⁻	38,03	17,68
HCO ₃ ⁻	269,75	262,75
CO ₃ ²⁻	7,33	8,14
pH	7,6	6,93
Вміст у %-екв		
K ⁺	1,41	1,38
Na ⁺ + K ⁺	19,35	11,08
Mg ²⁺	22,43	15,68
Ca ²⁺	60,89	61,37
Cl ⁻	16,34	10,97
SO ₄ ²⁻	17,07	16,28
HCO ₃ ⁻	76,74	76,18
CO ₃ ²⁻	0,23	0,74

Середньоарифметичні значення вмісту сульфатів у воді найвищими були 36,3 мг/дм³, найменшими – 15,28 мг/дм³ (табл. 3.2). За вмістом сульфатів вода річки Інгул у всі часи належала до прісної першої категорії якості – відмінна.

Вміст хлоридів у воді р. Інгул за весь період досліджень змінювався від 7,57 мг/дм³ до 41,37 мг/дм³. Перевищень ГДК за вмістом хлоридів у воді для водойм господарсько-питного й рибогосподарського призначення не зафіксовано. В різні періоди досліджень відсотковий вміст хлоридів у воді річки Інгул змінювався від 3,46 до 13,9%-екв. За середнім вмістом хлоридів вода річки Інгул в 2016-2017 рр. відносилася до другої категорії якості (дуже доброї) і є придатною для питного водопостачання.

Вміст переважаючого катіона – кальцію змінювався від 34,9 мг/дм³ до 123,7 мг/дм³. Середня величина вмісту кальцію у воді – 82,48 мг/дм³. Загалом вивчення даних вмісту Ca²⁺ показує поступове зростання концентрації кальцію у часі. Вміст Ca²⁺ у воді річки, як і інших катіонів, найбільший у зимову межень, найменший – у весняну повінь. Вміст катіонів магнію та натрію змінювався відповідно з 5,1 мг/дм³ та 6,0 мг/дм³ до 30,3 та 41,4 мг/дм³. Середньоарифметичні значення за весь період досліджень відповідно становлять 17,12 та 18,98 мг/дм³. Відсотковий вміст магнію та натрію у воді р. Десна не перевищував відповідно 46,2 та 27,1%-екв.

Вміст калію окремо від натрію змінювався від 2,2 до 8,3 мг/дм³, що не перевищувало 2%-екв від суми катіонів.

За іонним складом протягом усього періоду досліджень вода відносилася до гідрокарбонатного класу (С), кальцієвої групи (Са), першого або другого типу.

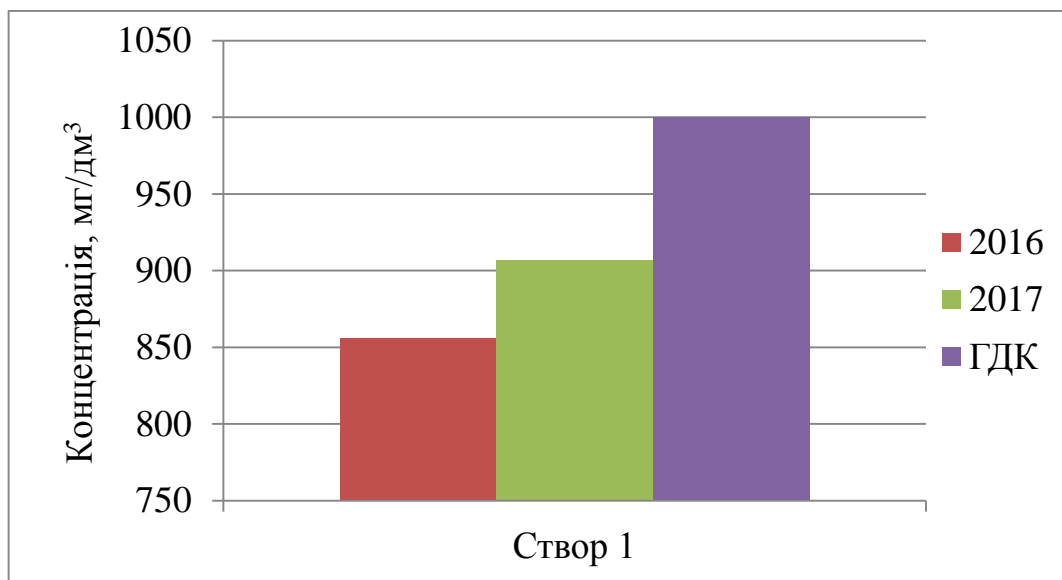


Рис. 3.1 Зміна загальної мінералізації у водах р. Інгул протягом 2016-2017 рр.

3.3 Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками

За еколого-санітарними показниками вода Десни характеризується наступним чином. Вміст завислих частинок коливався від 6,27 мг/дм³ до 83,48 мг/дм³, що відповідало 2-5 категорії якості, тобто вода змінювалася в діапазоні від чистої до помірно брудної. За середньозваженим показником вмісту завислих речовин вода відноситься до 4 категорії якості – слабо забруднена.

За середньоарифметичними значеннями вмісту зважених часток з 2016 до 2017 рр. їх вміст у воді річки Інгул складав 7,96 мг/дм³ і вода належала до 2-ї категорії якості (чиста) (табл. 3.2). У воді річки вміст кисню коливався від 1,93 до 15,28 мгО₂/дм³. Тобто, за цим показником вода у різні періоди досліджень відносилася як до дуже чистої, так і дуже брудної.

За середньоарифметичними показниками насичення розчиненим киснем вода річки Інгул у 2016-2017 рр. (більше 8 мг/дм³) була дуже чистою (1 категорія якості) (табл. 3.3 та рис. 3.2).

Перманганатна окиснюваність відображає, в основному, кількісні показники легко окиснюваних органічних речовин а також, частково, гумусних сполук. Біхроматом окиснюються як легко-, так і важкоокиснювані органічні речовини. Зіставлення цих методів дає уявлення про якісний склад органічних речовин у природних водах.

Перманганатна окиснюваність у воді річки Інгул змінювалася від 4,4 до 9,4 мгО/дм³, біхроматна – від 15,1 до 43,5 мгО/дм³, що відповідає відповідно 2-5 та 3-6 категорії якості, тобто чисті – помірно забруднені органічними речовинами: за середньоарифметичним значенням – слабо забруднені органічними речовинами.

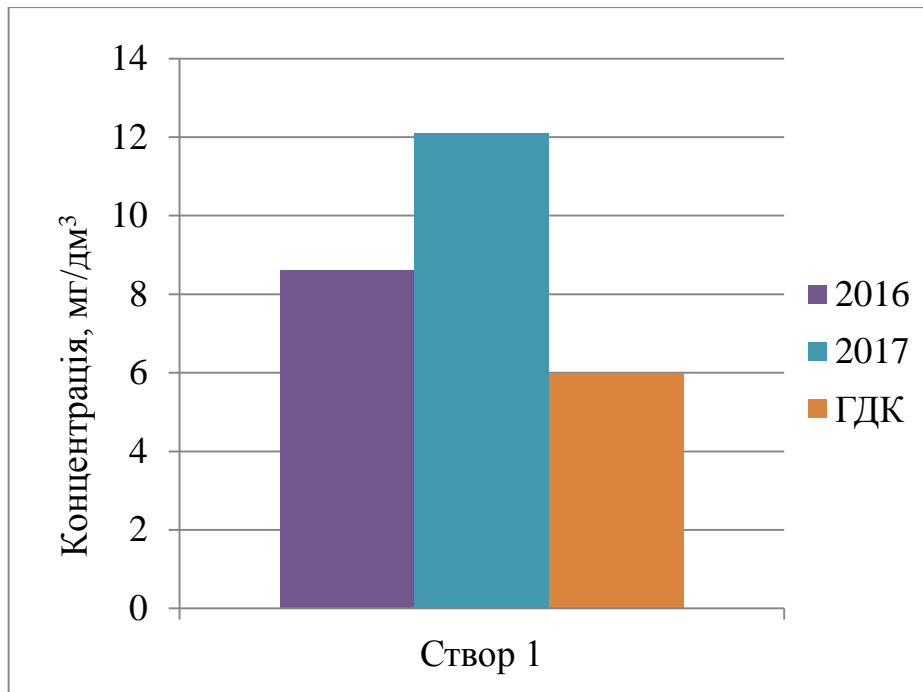


Рис. 3.2 Зміна показників розчиненого кисню у водах р. Інгул протягом 2016-2017 рр.

Біохімічне споживання кисню протягом 5 діб у воді річки Інгул становило 0,6 – 9,2 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ (табл. 3.3), що відповідало 1-6 категорії якості. Середньоарифметичні значення за весь період досліджень становили 2,41-2,64 $\text{мгO}/\text{дм}^3$, що відповідало четвертій категорії якості (слабко забруднена органічними речовинами) (табл. 3.3, рис. 3.3).

Кругообіг азоту у біосфері, в тому числі і гідросфері, включає чотири основні процеси:

- азотфіксацію – біологічне засвоєння молекулярного азоту повітря;
- амоніфікацію – розклад (за участю мікроорганізмів) азотовмісних органічних сполук (білків, нуклеїнових кислот, сечовини тощо) до утворення вільного аміаку (NH_3);
- нітрифікацію – окиснення аміаку і утворення нітритів (NO_2), нітратів (NO_3) та азотної кислоти (HNO_3);
- денітрифікацію – мікробіологічне відновлення окиснених сполук азоту (NO_2 , NO_3) до газоподібного азоту (N_2).

Таблиця 3.3 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників води р. Інгул за 2016-2017 рр. (в межах с. Новогорожино)

Інгредієнти	2016	2017
Вміст, мг/дм ³		
Завислі речовини	8,44	15,37
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	9,84	12,93
Прозорість по шрифту в мм	20,25	21,97
Запах, бал	0	0
Біхроматна окиснюваність, мгО/дм ³	26,25	29,30
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	0,95	1,024
Азот аммонійний	0,483	0,540
Азот нітритний	0,034	0,026
Азот нітратний	3,7	2,2
Фосфати	0,149	0,125

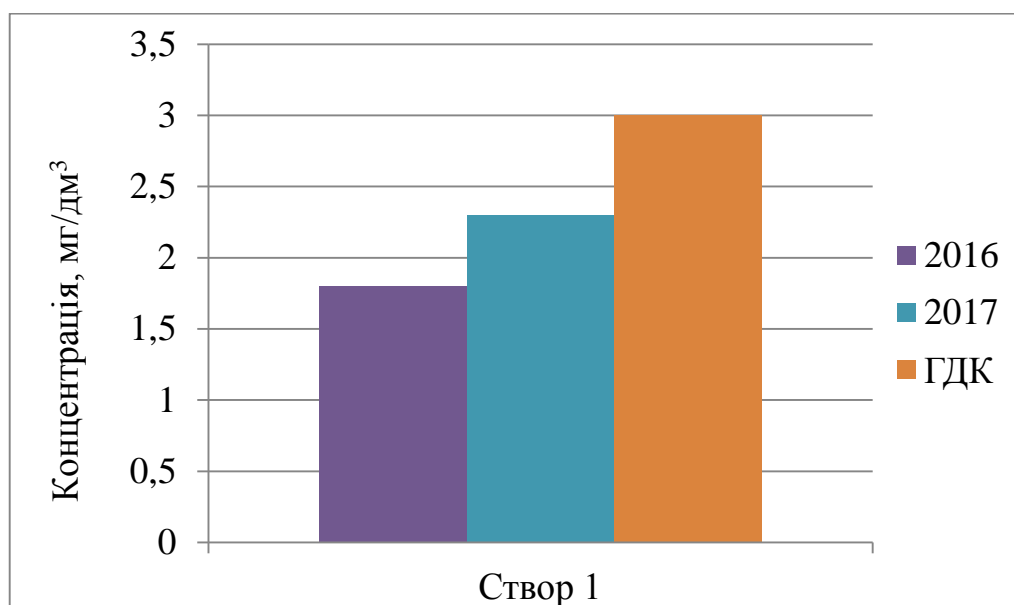


Рис. 3.3 Зміна показників БСК₅ у водах р. Інгул протягом 2016-2017 рр.

Процесом денітрифікації цикл кругообігу азоту завершується. На цій стадії частина азоту у вільному стані переходить в атмосферу. Денітрифікація запобігає надмірному накопиченню оксидів азоту, які можуть бути токсичними для гідробіонтів, у донному ґрунті і воді [33, 44]. Атмосферного N_2 та надходженням з водозбірної площі легкорозчинних у воді мінеральних форм азоту – нітратних (NO_3^-), нітритних (NO_2) та амонійних (NH_3) іонів. Крім того у водойми можуть надходити органічні сполуки алохтонного і автохтонного походження, які містять у своєму складі азот. При деструкції органічних речовин відбувається гідроліз білків до більш дрібних молекул, які можуть дифундувати через оболонку клітин, де вони розкладаються з виділенням аміаку [44].

Більшість організмів гідросфери засвоюють азот тільки у формі амонійних солей, нітратів або деяких низькомолекулярних органічних сполук (наприклад, амінокислот). У зв'язку з цим фіксацію азоту, тобто перетворення газоподібного азоту у нітрати, які засвоюються водними організмами, за важливістю можна порівняти з фотосинтезом. Саме ці два процеси визначають існування різних форм життя на Землі.

У метаболічні реакції азот включається у молекулярній або нітратній формі. Як у процесах азотфіксації, так і асиміляції азоту з нітратів кінцевим продуктом реакції є утворення амінокислот та приєднання їх до різних молекул-акцепторів. На цьому завершується цикл утворення білків та їх похідних.

Як один з найбільш важливих біогенних елементів азот (переважно у формі нітратів) істотно впливає на біологічну продуктивність водних екосистем. В оптимальних концентраціях він обумовлює підвищену продукцію фітопланктону, фітобентосу, вищих водяних рослин. Дефіцит мінерального азоту призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу у рослин. В той же час надмірне надходження сполук азоту часто є причиною забруднення водойм та їх евтрофікації [3, 45-47].

Вміст різних форм азоту у воді річки Інгул є наступним. Концентрація амонійного азоту у воді змінювалася від 0,01 до 0,7 мгN/дм³. За

середньоарифметичними даними вода річки Інгул у всі періоди досліджень відносилась до 3-4 категорії якості – досить чисті – помірно забруднені.

Вміст нітритного азоту коливався від 0 до 5,1 мгN/дм³. Концентрація нітратного азоту змінювалася від 0 до 3,2 мгN/дм³. За середньоарифметичними значеннями вмісту нітратного азоту вода річки Інгул у 2016-2017 рр. також відносилася до категорії дуже брудної (табл. 3.3, рис. 3.4-3.5).

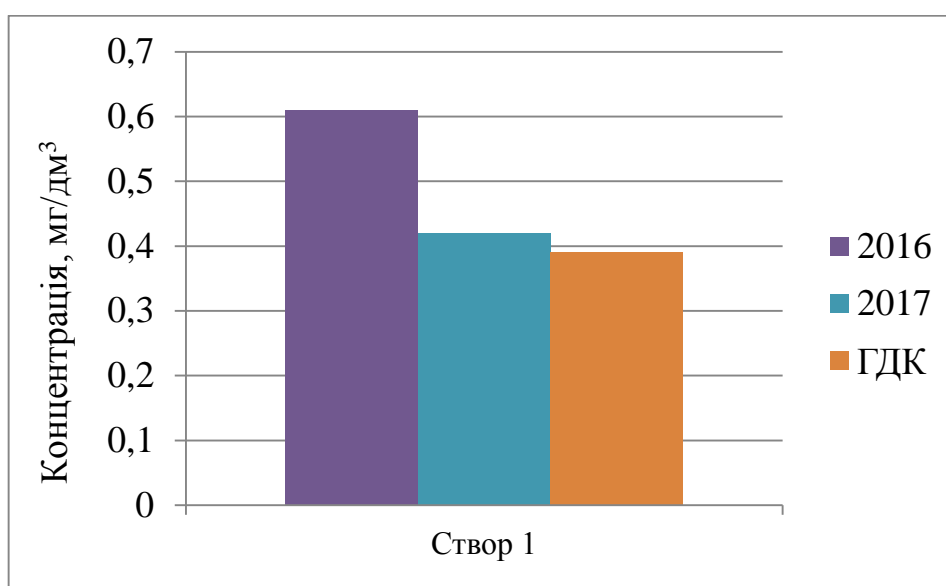


Рис. 3.4 Зміна показників азоту амонійного у водах р. Інгул протягом 2016-2017 рр.

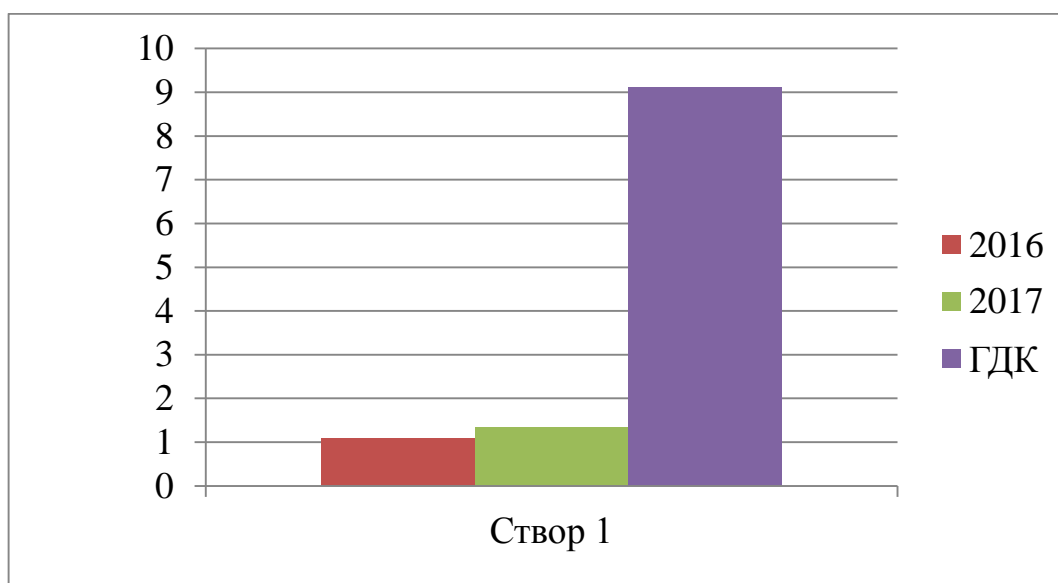


Рис. 3.5 Зміна показників азоту нітратного у водах р. Інгул протягом 2016-2017 рр.

На вміст фосфору у воді впливають різні чинники, зокрема, сезонні зміни температури, освітлення, кількість дощових і снігових опадів. Так, у літні, найбільш теплі дні, коли посилюється засвоєння фосфору фітопланктоном і водяними тваринами, його вміст у воді спадає, а взимку, коли відбувається масове відмирання і розпад гідробіонтів – зростає. Під час весняної повені, коли вимиваються фосфати з водозбірної площі, їх концентрація у воді водойм також збільшується.

Концентрація мінерального фосфору у воді річки Інгул змінювалася від 0,263 до 0,784 мгР/дм³. Протягом 2016-2017 рр. вміст фосфору у всіх пробах води річки Інгул перевищує граничні рівні 4 категорії якості, тобто води помірно брудні.

3.4 Оцінка якості води за специфічними речовинами токсичної дії

Вміст у природній воді нафтопродуктів, фенолів, СПАР, фторидів, ціанідів, пестицидів, важких металів та радіоактивності відноситься до специфічних показників токсичної й радіаційної дії.

Вміст нафтопродуктів у воді Десни змінювався від 0 до 0,15 мг/дм³ (табл. 3.4).

Отже, забруднення вод річки Інгул нафтопродуктами є поодиноким і невисоким. Вміст нафтопродуктів не перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення.

За середньоарифметичним вмістом нафтопродуктів води річки Інгул відносилися до категорії дуже чисті, а середній вміст нафтопродуктів не перевищував 0,06 мг/дм³. Забруднення вод СПАР змінювалося від 0 до 0,06 мг/дм³.

Таблиця 3.4 - Концентрації специфічних речовин токсичної дії у воді річки Інгул за 2016-2017 рр. (в межах с. Новогорожино)

Інгредієнти	2016	2017
Вміст, мг/дм ³		
Нафтопродукти	0,017	0,015
СПАР	0,015	0,020
Феноли	0,003	0,002
Zn ²⁺	0,006	0,006
Cr ⁶⁺	0,005	0,005

При цьому не виявлено перевищення ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,2 мг/дм³). Вода річки Інгул за середньоарифметичними значеннями СПАР (табл. 3.4) у 2016-2017 рр відносилася до 2 категорії якості (чиста).

У 2016-2017 рр. якість води річки Інгул за вмістом фенолів оцінена як слабо забруднена (рис.3. 6).

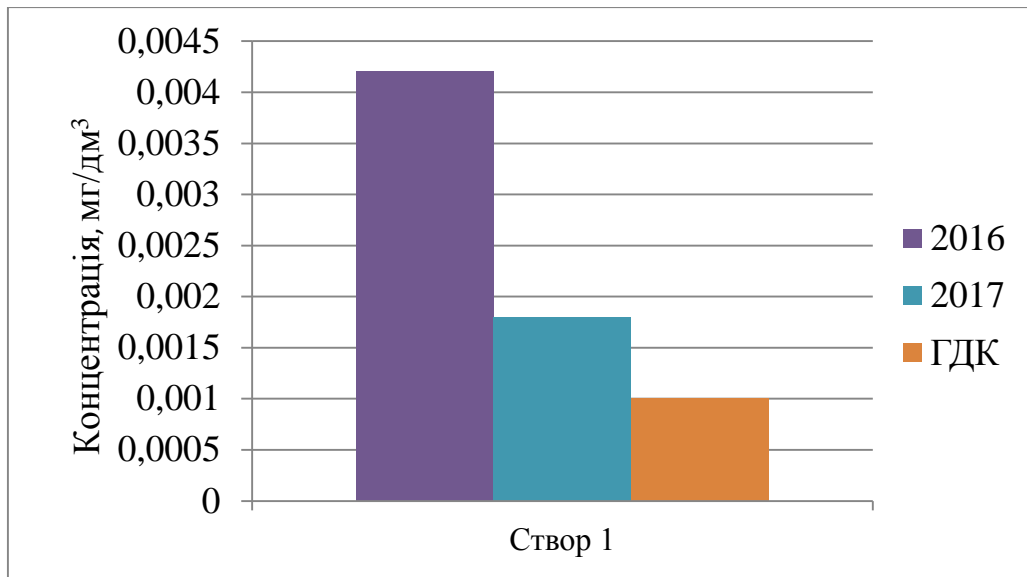


Рис. 3.6 Зміна показників фенолу у водах р. Інгул протягом 2016-2017 рр.

Вміст заліза у воді річки Інгул високий і змінюється у значних межах від 0,0058 до 0,539 мг/дм³. У 85,93% значень, води мали вміст заліза, який перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,1 мг/дм³), в 42,85% значень – ГДК для водойм питного водопостачання (0,2) і в 23,2% значень – ГДК для водойм господарсько-побутового призначення (0,3 мг/дм³). За середньоарифметичним вмістом заліза (табл. 3.5) вода Десни у всі періоди досліджень відносилася до 4 категорії якості – слабо забруднена.

Концентрації цинку у воді річки Інгул змінювались від 0 до 0,95 мг/дм³. При цьому, у 21,30% значень, води мали вміст цинку, що перевищує ГДК для водойм рибогосподарського призначення, а 8,63% значень – перевищували граничну межу 3 категорії екологічної оцінки, тобто характеризувались як слабо забруднені – брудні. За середньоарифметичними значеннями вмісту цинку (табл. 3.7 - 3.8) воду річки Інгул характеризували у 2016-2017 рр. як дуже чисту (перша категорія якості).

Вміст міді у воді річки Інгул коливався в межах від 0 до 0,038 мг/дм³. В 29,3% значень, води мали вміст міді, який перевищував ГДК для водойм рибогосподарського призначення (0,001 мг/дм³). Середньоарифметичні значення вмісту міді у воді річки Інгул свідчать про слабку забрудненість у 2016-2017 рр.

(4 категорія якості) та досить чисті (3 категорія якості) у всі інші періоди досліджень (табл. 3.7 – 3.8).

Вміст нікелю у воді Десни змінювався від 0 до 0,047 мг/дм³. За середньоарифметичними значеннями концентрації нікелю у Десни воду у 2017-2018 рр. відносили до 4 категорії якості (табл. 3.7 – 3.8).

Вміст марганцю у воді Десни змінювався від 0 до 0,86 мг/дм³. Лише 1,7% значень мали вміст марганцю нижчий за ГДК для водойм рибогосподарського призначення, а 68,96% значень – нижчий за ГДК для водойм господарсько-побутового призначення. За середньоарифметичними значеннями умісту марганцю (табл. 3.5) води річки Інгул у 2016-2017 рр. відносилися до 5 категорії якості (помірно забруднена).

Вміст загального хрому у воді Десни змінювався від 0,002 до 0,02 мг/дм³. За середньоарифметичними значеннями вмісту хрому води річки Інгул у 2016-2017 рр. відносилися до 1 категорії якості. Вміст алюмінію (для якого категорії якості не встановлені) у водах річки Інгул змінювався від 0,05 до 0,19 мг/дм³.

Підвищений вміст пестицидів був виявлений у пробах, відібраних у річці в 2016-2017 рр. Аналіз даних про якість води річки свідчить про те, що в основному вона забруднена хлорорганічними пестицидами: ДДТ, його метаболітами й ізомерами ГХЦГ.

Вміст таких гербіцидів як трефлан, харнес, а також синтетичних пиретроїдів (карате) у пробах води в період дослідження річки знаходився на рівні нижче межі виявлення, передбаченого стандартними методиками.

Результати аналізів донних відкладів свідчать про те, що хлорорганічні пестициди містилися в них на рівні глобального розсіювання їх у біосфері.

3.5 Оцінка і класифікація вод р. Інгул

Антропогенний вплив на водні екосистеми в сучасний період нерегульованих взаємин між людським суспільством і навколишнім природним середовищем спричиняє екологічні проблеми. Зокрема, забруднення

промисловими і комунальними стічними водами, погіршення якості води, евтрофікація, заболочування, пересихання, засолення чи опріснення водних об'єктів, збіднення видового складу біоти тощо.

Визначальними характеристиками екологічних класифікацій і нормативів оцінки якості поверхневих вод є галобність, трофність, сапробність, токсобність тощо, тобто риси притаманні водним екосистемам і їх компонентам. Саме такий екосистемний підхід відповідає новітнім прогресивним принципам і вимогам рамкової Директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС “Упорядкування діяльності Співтовариства в галузі водної політики” [48,49].

Екологічною оцінкою якості поверхневих вод України займалися багато вчених, з різних наукових установ – Інститут гідробіології НАН України (1978, 1993), УНДІВЕП (1996), Інститут географії НАН України та ін. В 1996 році була запропонована нова методика екологічної оцінки якості поверхневих вод України [50], яка дає змогу підвищити оперативність моніторингу водних об'єктів та розширити використання картографічних засобів подання екологічної інформації. Існуючі підходи до проведення екологічної якості поверхневих вод розглянуто у наукових роботах А.В. Яцика, Й.В.Гриба, А.П.Чернявської, О.І.Денісова, В.Д.Романенка, В.М.Жукинського, О.П.Оксіюк, І.В.Гопчака та інших.

Перш за все, необхідно відмітити, що якість поверхневих вод річки залежить від багатьох чинників, а саме, фізико-географічних умов, гідрографічних характеристик та особливостей формування стоку, геоморфологічних, геоботанічних та господарських умов.

По-друге, важливим етапом проведення екологічної оцінки якості води на річці є процедура виконання. Орієнтовну і ґрунтовну екологічну оцінку якості води в поверхневих водних об'єктах виконують за принципово однаковою процедурою [33]. Процедура виконання екологічної оцінки якості поверхневих вод складається з чотирьох послідовних етапів, а саме:

- етап групування та обробки вихідних даних;
- етап визначення класів і категорій якості води за окремими показниками;

- етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;

- етап визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класу і категорії) для певного водного об'єкта в цілому чи його окремих ділянок за певний період спостережень.

Орієнтовну екологічну оцінку якості поверхневих вод за величинами показників трьох блоків виконують тоді, коли необхідно одержати попереднє всебічне, хоч і поверхове уявлення про екологічний стан дослідженого водного об'єкта, оцінюване за якістю води. Найдоцільніше використовувати орієнтовну екологічну оцінку якості поверхневих вод на початкових стадіях проектування будівництва гідротехнічних споруд чи підприємств, які можуть негативно вплинути на стан певних частин водної екосистеми, задля попереднього розгляду альтернативних варіантів будівництва, задовго до розроблення обов'язкової ОВНС (оцінка впливу на навколишнє середовище).

Визначення класів і категорій якості води для окремих показників полягає у зіставленні середньоарифметичних (середніх) і найгірших (у разі ґрунтової екологічної оцінки) їх значень з критеріями спеціалізованих класифікацій. Таке зіставлення виконують у межах відповідних блоків.

Визначення інтегральних значень класів і категорій якості води полягає у визначенні середніх і найгірших (у разі ґрунтової екологічної оцінки) значень трьох блокових індексів якості води, оперуючи відносними величинами якості води - категоріями, значення номерів яких укладаються в ряд чисел від 1 до 7.

Середні значення блокових індексів можуть бути дробовими числами. Це дає змогу диференціювати оцінку якості води, зробити її точнішою і гнучкішою. Для визначення субкатегорій якості води, що відповідають середнім значенням блокових індексів, треба весь діапазон значень номерів категорій (поміж цілими числами) розбити на окремі частини і певним чином позначити (таблиця 3.5). Для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок обчислюють інтегральний або екологічний індекс (ІЕ).

Екологічний індекс потрібен для однозначної оцінки екологічного стану водного об'єкта за якістю води для планування водоохоронних заходів, здійснення екологічного та еколого-економічного районування, картографування екологічного стану водних об'єктів, належних до певних адміністративних територій (областей, районів) чи басейнів річок.

Екологічна оцінка якості води - віднесення вод до певного класу і категорії згідно з екологічною класифікацією на підставі аналізу значень показників (критеріїв) її складу і властивостей з наступним їхнім обчисленням та інтегруванням. Така оцінка дає інформацію про воду як складову водної системи, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища, в якому мешкає людина, а також є базою для встановлення екологічних нормативів якості води щодо окремих водних об'єктів чи їх частин, груп водних об'єктів та басейнів річок [51].

Таблиця 3.5 - Схема визначення екологічних класів, категорій і субкатегорій якості води в поверхневих водних об'єктах України [49].

Класи якості води	Категорії якості води	Середні значення блокових індексів	Позначення відповідних субкатегорій якості води	Словесна характеристика субкатегорій
I	1	1,00-1,25	1	"Відмінні", "дуже чисті" води
		1,26-1,50	1(2)	"Відмінні", "дуже чисті" води з тенденцією наближення до категорії "дуже добрих", "чистих"
II	2	1,51-1,75	1-2	Води, перехідні за якістю від "відмінних", "дуже чистих" до "дуже добрих", "чистих"
		1,76-1,99	2(1)	"Дуже добрі", "чисті" води з ухилом до категорії "відмінних", "дуже чистих"
		2,00-2,25	2	"Дуже добрі", "чисті" води
		2,26-2,50	2(3)	"Дуже добрі", "чисті" води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих"

	3	2,51-2,75 2,76-2,99	2-3 3(2)	Води, перехідні за якістю від "дуже добрих", "чистих", до "добрих", "досить чистих" "Добрі", "досить чисті" води з ухилом до "дуже добрих", "чистих"
		3,00-3,25 3,26-3,50	3 3(4)	"Добрі", "досить чисті" води "Добрі", "досить чисті" води з тенденцією наближення до "задовільних", "слабо забруднених"
III	4	3,51-3,75	3-4	Води, перехідні за якістю від "добрих", "досить чистих" до "задовільних", "слабо забруднених"
		3,76-3,99	4(3)	"Задовільні", "слабо забруднені" води з ухилом до "добрих", "досить чистих"
		4,26-4,50	4(5)	"Задовільні", "слабо забруднені" води з тенденцією наближення до "посередніх", "помірно забруднених"
	5	5,00-5,25	5	"Посередні", "помірно забруднені" води
		5,26-5,50	5(6)	"Посередні", "помірно забруднені" води з тенденцією наближення до категорії "поганих", "брудних"
IV	6	5,51-5,75	5-6	Води, перехідні за якістю від "посередніх", "помірно забруднених" до "поганих", "брудних"
		5,76-5,99	6(5)	"Погані", "брудні" води "Погані", "брудні" води з тенденцією наближення до "дуже поганих", "дуже брудних"
V	7	6,51-6,75	6-7	Води, перехідні за якістю від "поганих", "брудних" до "дуже поганих", "дуже брудних"
		6,76-7,00	7(6)	"Дуже погані", "дуже брудні" води з ухилом до категорії "поганих", "брудних"

Серед методів оцінки якості поверхневих вод виділяють: фізико-хімічні (засновані на індивідуальних і комплексних показниках), біологічні й комбіновані методи. Для оцінки стану вод річки Інгул був обраний фізико-хімічний метод, оскільки він якнайточніше оцінює забруднення води конкретними забруднювачами, враховує сумісний вплив забруднюючих речовин, дає можливість класифікації якості води і характеристики середовища існування водних організмів.

Характеристика якості поверхневих вод виконана на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України, яка включає набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних та інших показників, що відображають особливості абіотичної й біотичної складових водних екосистем. Екологічна класифікація є критеріальною базою екологічної оцінки якості поверхневих вод, а остання є складовою частиною нормативної бази для комплексної характеристики стану навколишнього природного середовища, для планування і здійснення водоохоронних заходів та оцінки їх ефективності. Оцінку і класифікацію води проводили згідно з рекомендаціями Держкомгідромету [42].

Якість води - характеристика складу і властивостей води, визначається ділячи її придатність для конкретних видів водокористування.

У результаті інтенсивного використання водних ресурсів змінюється не тільки кількість води, придатної для тієї чи іншої галузі господарської діяльності, але і відбувається зміна гідрологічного режиму природних водних об'єктів, складових їх водного балансу і, головне, погіршення якості поверхневих вод. Пояснюється це тим, що більшість водних об'єктів є одночасно і джерелами водопостачання, і приймачами господарсько-побутових, сільськогосподарських і промислових стічних вод.

Принаймні зростання антропогенного впливу на водні ресурси особливої актуальності набувають завдання прогнозування та оцінки якості поверхневих вод. Досить об'єктивним для характеристики якості вод суші в даний час

являється підхід, заснований на зіставленні показників якості води в окремих точках водного об'єкта з відповідними нормативними значеннями, наприклад гранично допустимими концентраціями (ГДК).

У даному розділі розглядаються інтегральні показники, які дозволяють оцінити ступінь забрудненості водотоків різними речовинами, визначити тривалість і обсяг забрудненого стоку протягом року, а також характеризувати мінливість якості води річки під впливом господарської діяльності.

Розрахунок екологічної оцінки якості води річок області проведений згідно з „Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” [33], яка на основі єдиних екологічних критеріїв дозволяє порівнювати якість води на окремих ділянках водних об'єктів, у водних об'єктах різних регіонів. Вона включає три блоки показників: блок сольового складу, блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блок показників вмісту специфічних речовин токсичної дії. Середні та найгірші значення для трьох блокових індексів якості води визначалися шляхом обчислення середнього значення середніх і максимальних величин номерів категорій за всіма показниками кожного блоку. Результати екологічної оцінки подаються у вигляді об'єднаної оцінки, яка ґрунтується на заключних висновках по трьох блоках.

Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта загалом або для окремих його ділянок полягає в обчисленні інтегрального екологічного індексу (ІЕ) який визначається за формулою:

$$I_E = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \quad (3.1)$$

де:

I_1 - індекс забруднення води компонентами сольового складу;

I_2 - індекс трофо-сапробіологічних показників;

I_3 - індекс специфічних показників токсичної дії.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюють для середніх і найгірших (у разі ґрунтовної екологічної оцінки) значень категорій

окремо. Він може бути дробовим числом. Субкатегорії якості води на підставі ІЕ визначають так само, які для блокових індексів.

По - третє, у таблицях 3.10 - 3.11 представлені результати дослідження на річці Десна та показаний розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води на річці Інгул.

Таблиця 3.6 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мкг/дм ³	Величини	Категорії
Cl ⁻	24,16	2	Завислі речовини	7,89	2	Fe, заг	0,269	1
			БСК ₅	1,17	2	Нафто – продукти	0,017	1
SO ₄ ⁻	20,23	1	Азот амонійний	0,56	1	СПАР	0,023	2
			Азот нітритний	0,03	5	Феноли	0,0018	2
			Азот нітратний	0,24	2	Cu ²⁺	0,0028	1
						Zn ²⁺	0,004	1
Фосфати	0,147	6	Cr ⁶⁺	0,004	1			

Сольовий блок. Проаналізувавши динаміку блокового індексу сольового складу (I_1) якості води в річці Інгул в межах Миколаївської області, нами було встановлено, що: оцінка якості річкової води за критеріями забруднення компонентами сольового складу свідчить про те, що ситуація в водному об'єкті добра, якість води за критеріями належала до I класу: як за найгіршими, так і за середніми величинами наявних показників.

Значення індексу дорівнює ($I_1 = 1,6$) відноситься I класу, I категорії та 1(2) субкатегорії, тобто води „відмінні”, „дуже чисті” води з тенденцією наближення до категорії „дуже добрих”, „чистих”. За найгіршими значеннями $I_{1\text{найгір}}$ також знаходиться в межах I категорії та 1(2) субкатегорії та відноситься до I класу ($I_{1\text{найгір}} = 1,6$) - „відмінні”, „дуже чисті”, „чисті”.

Трофо-сапробіологічний блок. Екологічна оцінка якості води трофо-сапробіологічного блоку виконана за гідрофізичними, гідрохімічними показниками та індексами сапробності. Кінцевим підсумком оцінки є визначення ступеню трофності та зони сапробності вод згідно з екологічною класифікацією якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями. Підсумкові дані, стосовно якості вод р. Інгул свідчать про те, що якість води за трофо-сапробіологічними критеріями належать як за середніми так і найгіршими величинами до III класу - “задовільні”, “забруднені ” води. За середнім індексом ($I_2=3,2$) до категорії 3 та субкатегорії 3-4 - води, перехідні за якістю від "добрих", "досить чистих" до "задовільних", "слабо забруднених" , а за найгіршими величинами ($I_{2\text{найгір}}=3,7$) наявних показників якість води відповідає категорії 4 та субкатегорія 4(3) – “задовільні”, “слабо забруднені” води.

Таким чином води річки Інгул в межах Миколаївської області з еколого-санітарних позицій можуть вважатися в цілому “задовільними”, “забрудненими”, з визначеним ухилом до погіршення якості води за трофо-сапробіологічними критеріями. Основна причина цього стану вод річки Інгул – надмірний вміст у воді сполук азоту, тобто інтенсивна евтрофікація.

Блок специфічних речовин токсичної дії. При визначенні якості води за специфічними речовинами токсичної дії враховуються кількісні характеристики

10 металів, а також фторидів, нафтопродуктів, летких фенолів та синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), всього 18 інгредієнтів.

Значення індексів специфічних речовин токсичної дії свідчать про зростання забрудненості вод р. Інгул. Тут води характеризується як перехідні за якістю від „задовільних”, „слабко забруднених” до „посередніх”, „помірно забруднених” ($I_{3\text{сер}} = 3,3$, категорія 3, субкатегорія 4(3)) та за найгіршими величинами значення $I_{3\text{найг}} = 4,83$ – відноситься до III класу, категорії 5 та субкатегорія 5, тобто за якістю до „посередніх”, „помірно забруднених” вод.

Загальна вербальна характеристика для річки Десна - клас якості III, категорія 4, субкатегорія 4 «задовільні», «слабо забруднені» води. Такі результати можуть свідчити про нерівномірне забруднення поверхневих вод річки Десна.

Зокрема, найгірший вплив на якість води річки здійснюють забруднюючі речовини – нітритний азот, фосфати, це свідчить про необхідність здійснення цілеспрямованих заходів з покращення екологічної ситуації і захисту екосистеми річки Інгул в межах Миколаївської області. В першу чергу ці заходи повинні бути направлені на зниження антропогенного евтрофування і забруднення водного об'єкту в цих областях специфічними речовинами токсичної дії.

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши дані гідрохімічних вимірювань показників якості поверхневих вод за 2016-2017 роки можна зробити наступні висновки:

1) найпоширенішими забруднюючими речовинами є залізо загальне та феноли;

2) забруднення фосфатами та, іноді, амонієм сольовим пов'язано з антропогенними джерелами забруднення, якими є підприємства комунального господарства, промислові і сільськогосподарські підприємства;

3) кисневий режим впродовж досліджувальних років був задовільним.

Спостерігались поодинокі коливання концентрацій фосфатів та марганцю.

Показники головних іонів і мінералізації вод річки Інгул не перевищують ГДК для водойм рибогосподарського й питного призначення, мають гідрокарбонатний кальцієвий склад і відносяться до прісних гіпогалінних 1 категорії якості за мінералізацією, 1-2 категорії якості за вмістом хлоридів, 1-5 – за вмістом сульфатів.

За вмістом більшості трофо-сапробіологічних показників і показників токсичної дії води річки Інгул відноситься до 4-6 категорії якості – слабо забруднена – брудна й несе певну загрозу для існування деяких видів гідробіонтів та здоров'я людей при вживанні її без очищення.

Реакція водного середовища річки Інгул нейтральна – слаболужна.

Результати радіологічних аналізів з визначення ^{137}Cs та ^{90}Sr свідчать, що вміст контрольованих радіонуклідів у водах впродовж 2016-2017 років, знаходився значно нижче встановлених норм.

За іригаційними показниками води річки Інгул придатна для зрошення без внесення хімічних меліорантів. Для водопостачання води річки Інгул може використовуватись після попереднього фільтрування й видалення зважених речовин, знезалізнення й видалення токсичних речовин.

Екологічна оцінка якості вод річки Ігул в межах Миколаївської області може бути використана для визначення основних напрямків природоохоронної

діяльності щодо оздоровлення екологічної обстановки стосовно водного об'єкта або його ділянки, оцінки ефективності поведених водоохоронних заходів, встановлення екологічних нормативів якості води для певного річкового басейну.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. КНД 211.1.1.106-2003 «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод». – 154 с.
2. Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення. Постанова Кабінету Міністрів України. – 2002 р., № 431.
3. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: Ніка Центр. – 2001. – 196 с.
4. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАИ, 2003. – 463с.
5. Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України. Підручник. К.: Знання, 2005.
6. Физико-географическое районирование Украинской ССР. Под редакцией профессора В. П. Попова. Издательство Киевского университета, 1968.
7. Білик Г. У. Ткаченко В. С. Геоботанічне районування Української РСР. — К.: Наукова думка, 1977. — 301 с
8. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха — К.: Глобалконсалтінг, 2009. —900 с.
9. Макрофиты — индикаторы изменений природной среды, Под ред. С. Гейны, К. М. Сытник, — К.: Наукова думка, 1993. — 433 с.
10. Зелена книга України /під загальною редакцією чл.-кор. НАНУ Я. П. Дідуха — К.: Альтерпрес, 2009. 448 с.
11. Карпова Г., Зуб Л., Мельничук В., Проців Г. Оцінка екологічного стану водойм методами біоіндикації. Перші кроки до оцінки якості води. — Бережани, Інститут екології, Національний екологічний центр України, Екологічний клуб "Край". 2010. — 32 с.

12. Хрокало Л. А. Видовий склад екологічні особливості бабок (Insecta, Odonata) північного сходу України: Автореф. дис. канд. біол. наук. – К., 2004. — 19 с.
13. Червона книга України. Тваринний світ / під заг. ред. Акімова І. А. — Київ: "Глобалконсалтинг" 2009, — 624 с.
14. Годлевська О., Парнікоза І., Різун В., Фесенко Г., Куцоконь Ю., Загороднюк І., Шевченко М., Іноземцева Д. Фауна України: охоронні категорії. — К., 2010. 80 с.
15. Каталог коллекций Зоологического музея ННПМ НАН Украины. Круглоротые и рыбы / Ю.В. Мовчан, Л.Г. Манило, А.И. Смирнов, А.Я. Щербуха. — К.: Зоомузей ННПМ НАН Украины, 2003. — 241 с.
16. Верниченко А.А. Комплексные оценки качества поверхностных вод.- Л.: Гидрометеиздат, 1984.-356 с.
17. Горев Л.Н., Пелешенко В.И., Хильчевский В.К. Региональная гидрохимия. К.: Вища школа. 1995. – 307 с.
18. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: Символ. 1998. – 28 с.
19. Караушев А.В. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод.- Л.: Гидрометеиздат, 1981.-286 с.
20. Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Загальна гідрохімія. – К.: Либідь, 1997. – 384 с.
21. Санітарні правила і норми. Охорона поверхневих вод від забруднення (СанПіН № 4630-88) - затверджені Міністерством охорони здоров'я СРСР від 04.07.88 р. № 4630-88.
22. Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм - затверджені Головрибводом Мінрибгоспу СРСР, 09.08.90 р. № 12-04-11.
23. Правила охраны поверхностных вод (типове положення). – М.:Госком СССР по охране природы,1991. – 34 с.

24. СанПин 4630 – 88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М.: Минздрав СССР, 1989. – 59 с.

25. Матеріали семінару «Основи природоохоронного законодавства України та Європейського Співтовариства: Водні ресурси». – К.: Державний Інститут підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів Мінекобезпеки України, 1997.

26. Алекин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л.: Гидрометиздат, 1973. – 269 с.

27. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суши та естуаріїв України / Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін. – К., 2001. – 48 с.

28. Алёкин О. А. К вопросу о химической классификации природных вод / О. А. Алёкин // Вопросы гидротехники. – Ленинград: Гидрометиздат, 1946. – 240 с.

29. Таубе П. Р. Химия и микробиология воды / П. Р. Таубе, А. Г. Баранова. – М.: Высш. шк., 1983. – 280 с.

30. Лозовіцький П.С. Хімічний склад води річок українського Полісся і екологічна оцінка їх якості / П. Лозовіцький, А. Лозовицький // Водне господарство України. – 2007. – № 5. – С. 45-54.

31. Передкартографічні дослідження складу води річки Десни / Лозовіцький П. С., Лузовіцька Ю. А., Лозовицький А. П. // Картографія та вища школа. – 2009. – Вип. 14. – С. 73-83.

32. Скакальский Б. Г. Антропогенные изменения химического состава воды и донных отложений в загрязняемых водных объектах / Б. Г. Скакальский. – Автореф. дис. докт. географ. наук. – СПб, 1996. – 68 с.

33. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy// Official Journal of the European Communities.22.12.2000, ENL 327/1.

34. Досвід використання “Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” (пояснення, застереження,

прикладі) / А. В. Яцик, В. М. Жукинський, А. П. Чернявська, І.С. Єзловська. – К.: Оріяни, 2006. – 60 с.

35. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод України / Яцик А. В., Денисова О. І., Чернявська А. П., Верниченко Г. А.– К.: Символ-Т, 1996. – 20 с.

36. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. - К: Генеза, 2003-2004. - Т. 3, кн. 5. – 1960 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 Класифікація якості поверхневих вод за критерієм мінералізації

Клас якості	Прісні води (I)		Солонуваті води (II)			Солонуваті води (III)	
	Гіпогалинні (1)	Олігогалинні (2)	β -мезогалинні (3)	α -мезогалинні (4)	Полігалинні (5)	Еугалинні (6)	Ультра- галинні (7)
Мінералізація, г/дм ³	<0,5	0,51-1	1,01-5	5,01-18	18,01-30	30,01-40	>40

Таблиця А.2 Класифікація якості прісних гіпо- та олігогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

Показники, мг/дм ³	Клас якості води						
	I	II		III		IV	V
	Категорія якості води						
	1	2	3	4	5	6	7
Сумма іонів	≤ 500	501- 750	751- 1000	1001- 1250	1251-1050	1501-2000	>2000
Хлориди	≤ 20	21-30	31-75	76-150	151-200	201-300	>300
Сульфати	≤ 50	51-75	76-100	101-150	151-200	201-300	>300

Таблиця А.3 Екологічна класифікація якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями

Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7
Гідрофізичні: завислі речовини, мг/дм ³	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100
Прозорість, м	<1,50	1,00-1,50	0,65-0,95	0,50-0,60	0,35-0,45	0,20-0,30	<0,20
Гідрохімічні: рН	6,9-7,0 7,1-7,5	6,7-6,8 7,6-7,9	6,5-6,6 8,0-8,1	6,3-6,4 8,2-8,3	6,1-6,2 8,4-8,3	5,9-6,0 8,6-8,7	<5,9 >8,7
Азот амонійний, мг N/дм ³	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50
Азот нітритний, мг N/дм ³	<0,002	0,002-0,005	0,006-0,01	0,011-0,2	0,021-0,05	0,051-0,1	>0,10
Азот нітратний, мг N/дм ³	<0,020	0,20-0,30	0,31-0,50	0,51-0,70	0,70-1,00	1,01-2,50	>2,50
Фосфор фосфатів, мг P/дм ³	<0,015	0,015-0,030	0,031-0,05	0,051-0,1	0,101-0,20	0,201-0,300	>0,30
Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³	<8,0	7,6-8,0	7,1-7,5	6,1-7,0	5,1-6,0	4,0-5,0	<4,0
% насичення	96-100 101-105	91-96 106-110	81-90 111-120	71-80 121-130	61-70 131-140	40-60 141-150	<40 >150
Перманганатна окислюваність, мг O ₂ /дм ³	<3,0	3,0-5,0	5,1-8,0	8,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	>20
Біхроматна окислюваність, мг O ₂ /дм ³	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	>60
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	<1,0	1,0-1,6	1,7-2,1	2,2-4,0	4,1-7,0	7,1-12,0	>12,0

Таблиця А.4 Екологічна класифікація якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії

Показники, мг/дм ³	Клас якості води						
	I	II		III		IV	V
	Категорія якості води						
	1	2	3	4	5	6	7
Ртуть	<0,02	0,02-0,05	0,06-0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50
Кадмій	<0,1	0,1	0,2	0,3-0,5	0,6-1,5	1,6-5,0	>5,0
Мідь	<1	1	2	3-10	11-25	25-50	>50
Цинк	<10	10-15	16-20	21-50	51-100	101-200	>200
Свинець	<2	2-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Хром(загальний)	<2	2-3	4-5	6-10	11-25	26-50	>50
Нікель	<1	1-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Мишьяк	<1	1-3	4-5	6-15	16-25	26-35	>35
Залізо(загальне)	<50	50-70	76-100	101-500	501-1000	1001-2500	>2500
Марганець	<10	10-25	26-50	51-100	101-500	501-1250	>1250
Фториди	<100	100-125	126-150	151-200	201-500	501-1000	>1000
Ціаніди	0	1-5	6-10	10-25	26-50	51-100	>100
Нафтопродукти	<10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300	>300
Феноли (леткі)	0	<1	1	2	3-5	6-20	>20
СПАР	0	<10	10-20	21-50	51-100	101-250	>250

Таблиця А.5 Класи та категорії якості поверхневих вод України за екологічною класифікацією

Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів та категорій якості за їхнім станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані
Назва класів та категорій якості вод за ступенем чистоти (забрудненості)	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабо забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні

