

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Природоохоронний факультет

Кафедра гідроекології
та водних досліджень

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Сучасний гідроекологічний стан р. Інгул в пункті с. Софіївка за
період 2010 – 2021 рр.

Виконав студент групи ЕГ-18
спеціальності 101 «Екологія»
Мінюк Валерія Віталіївна

Керівник: старший викладач
Яров Ярослав Сергійович

Консультант: д-р.геогр.н, проф.
Лобода Наталія Степанівна

Рецензент канд..геогр.н, доц.
Прокоф'єв Олег Мілославович

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра гідрології та водних досліджень

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101-Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
гідроекології та водних досліджень
Лобода Н.С.
«02».«03» 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студентці Мінюк Валерії Віталіївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Сучасний гідроекологічний стан р. Інгул в пункті с. Софіївка за період 2010 – 2021 рр.»

керівник роботи: Яров Ярослав Сергійович, старший викладач

затверджені: наказом закладу вищої освіти від 22.12.2021 року №267-С

2. Строк подання студентом роботи: 14.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1) літературні та кадастрові дані по режиму р. Інгул;

2) дані гідрохімічних спостережень стану р. Інгул за багаторічний період в системі державного агентства водних ресурсів України.

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

1) природні і господарські умови басейну р. Інгул;

2) загальна антропогенного впливу на режим річки Інгул;

3) огляд гідрохімічних показників об'єкту досліджень;

4) оцінка і аналіз параметрів якості води за різними методами.

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

1) карти – схеми природних і господарських умов дослідного району;

2) хронологічні графіки змін якості води.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Розділ 4.1. 4.2</i>	Лобода Н.С., зав. кафедри гідроекології та водних досліджень	02.03.2022 р.	02.03.2022р.

7. Дата видачі завдання: 02.03.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Збір, обробка даних	02.03-20.03.2022	82	4 (добре)
2.	Аналіз вхідної інформації	9.05 – 10.05.2022	82	4 (добре)
3.	Оцінка якості води і екологічних ризиків	10.05-16.05.2022	82	4 (добре)
4.	Рубіжна атестація	16-20.05.2022	82	4 (добре)
5.	Аналіз отриманих результатів, оформлення роботи за ДСТУ	21.05 – 1.06.2022	82	4 (добре)
6.	Підготовка доповіді та презентації до захисту	2.06 – 10.06.2022	82	4 (добре)
7.	Перевірка на плагіат	11.06.2022	-	-
8.	Рецензування	12.06.2022	-	-
9.	Подання на кафедру.	14.06.2022	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	02.03-14.06.2022 р.	82	4 (добре)

Студент:

_____ (підпис)

Мінюк В.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи:

_____ (підпис)

Яров Я.С.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мінюк В.В. Сучасний гідро екологічний стан р.Інгул в пункті с. Софіївка за період 2010-2021 рр. Рукопис. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2022.

Актуальність. Вивчення хімічного складу та якості річкових вод українських малих річок є вісьма актуальними, тому що дозволяє оцінювати їх гідроекологічний стан, природні особистості формування складу річкових вод, дозволяє виявити наявність забруднювачів антропогенного характеру і їх основних показників.

Мета роботи: оцінка сучасного гідроекологічного стану, гідрохімічних показників і якості вод р. Інгул, яка є однієї з приток нижньої течії р. Південний Буг, яка впадає в неї в районі м.Миколаїв за даними багаторічних спостережень на постах в системі державного водного агентства України.

Предмет дослідження: гідрохімічні показники, якість вод р. Інгул.

Об'єкт дослідження: басейн річки Інгул.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 4 розділів: у першому розглядаються природні і антропогенні умови басейну р. Інгул; у другому аналізуються гідрохімічні показники об'єкта досліджень; у третьому зроблена оцінка якості води за гідрохімічними показниками; в четвертому виконана екологічна оцінка якості води.

Результати дослідження мають науково-навчальне значення, можуть бути використані спеціалістами в галузі моніторингу довкілля.

У роботі використано 11 літературних джерел, з них 2 іноземних джерела.

Ключові слова: р. Інгул, ГДК, гідроекологічний стан, якість води, гідрохімічні показники.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ УМОВ В БАСЕЙНІ Р. ІНГУЛ	9
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РІЧКИ ІНГУЛ	36
2.1 Опис методики дослідження	36
2.2 Аналіз вхідних даних	38
2.3 Аналіз отриманих результатів	48
3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ Р. ІНГУЛ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ	52
3.1 Опис методики оцінки якості води за показником КІЗ	52
3.2 Аналіз отриманих результатів	58
4 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ІНГУЛ	62
4.1 Опис методики дослідження	62
4.2 Аналіз результатів екологічної оцінки якості води річки Інгул за відповідними класифікаціями	63
ВИСНОВКИ	72
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	73

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Д-р.геогр.н., проф. – доктор географічних наук, професор;

р. – річка (або - рік);

КІЗ – комбінаторний індекс забруднення;

ПКІЗВ – питомий комбінаторний індекс забруднення води;

ДСТУ – державний стандарт України;

м. – місто (або – метри);

ГДК – гранично допустима концентрація;

км – кілометр

с. – селище;

рис. – рисунок;

табл. – таблиця;

°С – градуси Цельсію;

мм. – міліметри;

га – гектар;

в т.ч. – в тому числі;

млн.. – мільйон;

м² – метри квадратні;

м³ – метри кубічні;

БСК₅ – біологічне споживання кисню за 5 діб;

ГДС – гранично допустимий скид;

ГТС – гідротехнічні споруди;

г – грам;

г/дм³ – грам на дециметр кубічний;

дм³ – дециметр кубічний;

км² – кілометр квадратний;

ЛОЗ – лімітуючи ознака забруднення;

м абс – метри абсолютної системи висот;

м³/с – метри кубічні за секунду;

м/с – метри за секунду;

мг/дм³ – міліграм на дециметр кубічний;

мг-екв/дм³ – міліграм еквівалента на дециметр кубічний;

ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет;

ПЗС – прибережна захисна смуга;

с – секунда;

СЕС – санітарно епідеміологічна служба;

см – сантиметри;

СПАР – синтетичні поверхнево активні речовини;

ХСК – хімічне споживання кисню;

ДАВРУ – Державне агентство водних ресурсів України;

ЄС – Європейський союз;

ЛОЗ – лімітуючи ознака забрудненості;

ВСТУП

Актуальність. Вивчення хімічного складу та якості річкових вод українських малих річок є вісьма актуальними, тому що дозволяє оцінювати їх гідроекологічний стан, природні особистості формування складу річкових вод, дозволяє виявити наявність забруднювачів антропогенного характеру і їх основних показників.

Мета роботи: оцінка сучасного гідроекологічного стану, гідрохімічних показників і якості вод р. Інгул, яка є однією з приток річки Південний Буг в нижній її течії і впадає в неї в районі м.Миколаїв за даними багаторічних спостережень на постах в системі державного водного агентства України.

Для дослідження було взято пост р. Інгул – с. Софіївка, на межі Кіровоградської та Миколаївської областей, для якого часовий ряд складає 11 років спостережень, починаючи з 2010 р. і закінчуючи 2021 р. Для дослідження були взяті комплекс показників (головні іони, біогенні речовини, показники органічного і антропогенного забруднення, важкі метали, радіоактивні показники) за допомогою яких виконуються оцінка якості води різними методами.

Результати дослідження мають науково-навчальне та виробниче значення і можуть бути використані спеціалістами в галузі моніторингу довкілля.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ УМОВ В БАСЕЙНІ Р. ІНГУЛ

Р. Інгул (рис 1.1) – найбільша ліва притока Південного Бугу, бере початок із невеликого озера, розташованого в котлоподібній залісеній западині західніше с. Бровкове Новомиргородського р-ну Кіровоградської області, впадає в р. Південний Буг біля гирла, в м. Миколаїв [1].



Рис 1.1 – Карта-схема басейну р. Інгул [2]

Назва річки походить від тюркського *ueni göl* — нове озеро[3].

Довжина річки 354 км, площа водозбору 9890 км², загальне падіння 150 м, середній ухил водної поверхні 0,4 ‰, середній зважений 0,4 ‰, коефіцієнт звивистості річки 1,71.

Основні притоки (рис 1.2): ліві - р. Крутоярка (довжина 14 км), р. Кондаурські Води (довжина 22 км), р. Мамайка (довжина 14 км), р. Аджамка (довжина 47 км), р. Кам'янка (довжина 43 км), річка без назви (довжина 20 км), р. Березівка (довжина 74 км), б. Сагайдак (довжина 54 км.), б. Куца (довжина 19 км); праві - р. Грузька (довжина 23 км), р. Сугоклея (довжина 39 км), р. Вшива (довжина 23 км), р. Сухоклея (довжина 58 км), річка без назви: (довжина 11 км), р. Стовова (довжина 17 км), р. Громоклея (довжина 102 км) [1].

Верхня частина водозбору розташована на південних відрогах Придніпровської височини, середня та нижня - на Причорноморській низовині. Середня висота водозбору 130 м, довжина 204 км, середня ширина 48 км, коефіцієнт ширини 0,24.

Загальна довжина вододільної лінії 515 км, коефіцієнт розвитку 1,46.

Північна частина басейну є хвилясту рівнину, сильно пересічену ярово-балочною мережею; південна має спокійніший рівнинний, слабо розсічений рельєф. Густота яружно-балочної мережі для північної частини басейну становить 0,75-1 км/км², для південної 0,50-0,75 км/км².

Складений басейн у верхній та середній частинах стародавніми кристалічними породами – гранітами та гнейсами, у нижній осадовими породами – вапняками, мергелями, пісками та глинами. Ґрунти глинисті та суглинні, малопроникні, Ґрунти чорноземні[1].

Басейн річки витягнутий з півночі на південь і розташовується в наступних степових зонах: верхня частина зайнята луговими степами, середня - ковильно-різнотравними, нижня - ковильно-типчаківими степами. Більшість басейну розорана. Ліси займають менше 1% площі

басейну і зустрічаються тільки в його північній частині у вигляді невеликих гаїв (дуб, граб, ясен та ін), у селищ є сади. Площа заболочених земель та озер, що розташовуються головним чином у заплавах річок, становить менше 0,1 % площі басейну [1].

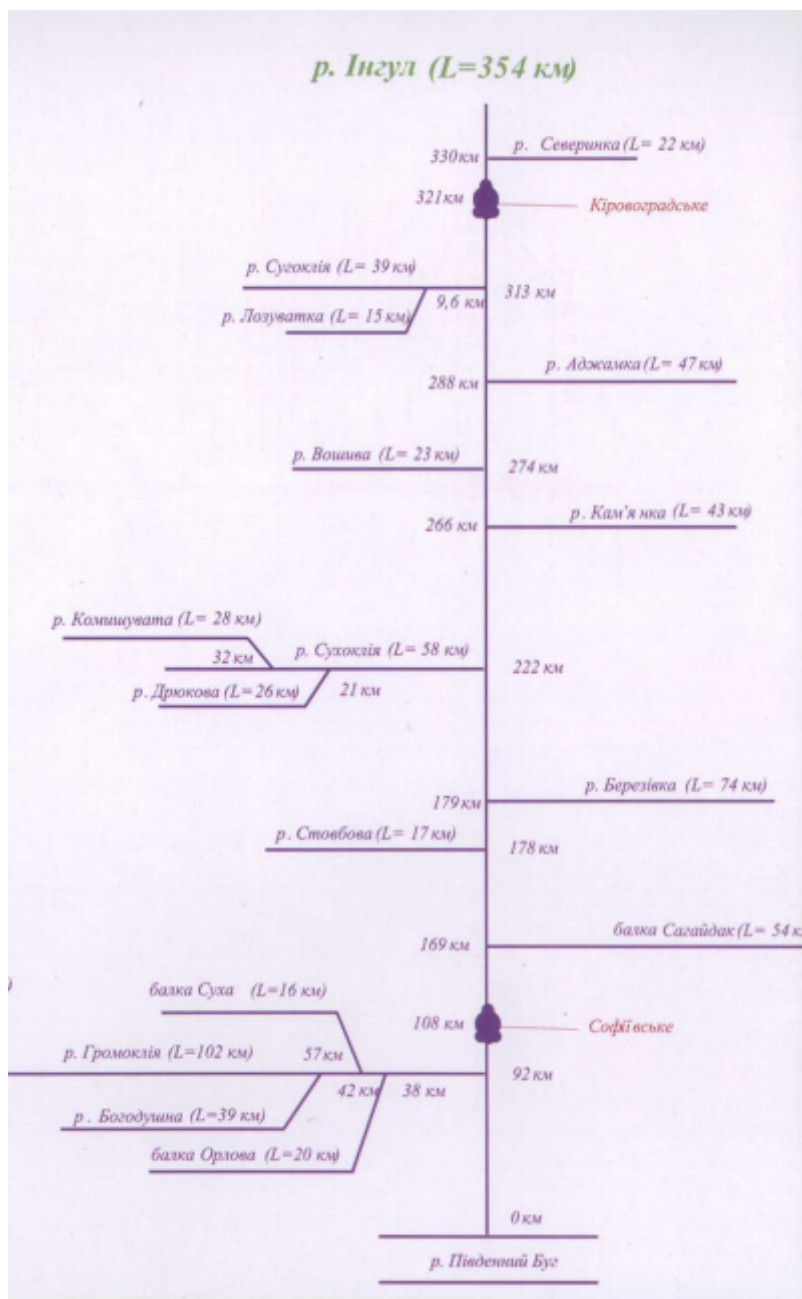


Рис. 1.2 – Гідрографічна схема р. Інгул [2]

За особливостями будови долини та русла нар. Інгул можна поділити на сім ділянок.

Ділянка: витік — гребля у м. Кіровоград (довжина 37 км) [1]

Долина пряма, ящикоподібна; ширина її поступово збільшується від 0,5-0,8 км біля витоків до 2 км (сел. Лелеківка), переважна ширина 1,3-1,5 км. Правий схил помірно крутий і крутий, опуклий, висотою 30-40 м, сильно розсічений, лівий - на початку ділянки крутий, опуклий, висотою 45-50 м, до кінця ділянки помірно крутий, прямий, слабо розсічений, висотою 25-35 м. Складено схили піщано-глинистими та глинистими ґрунтами, у м. Кіровоград є оголення кристалічних порід. У с. Балашівка протягом 0,7 км долина має вигляд ущелини з стрімчастими, майже вертикальними схилами, заввишки 40 м. Подекуди біля с. Ульянівка на правому березі, біля с. Петрово на лівому схилі є виходи ґрунтових вод. Схили відкриті, задерновані, рідше чагарникові, у селищах розорані.

Заплава двостороння, лучна, до с. Велика Сіверянка заболочена, нижча переважно суха. Переважна ширина її 0,2-0,3 км, найбільша 0,5 км (вище с. Велика Северянка та в гирлі р. Мамайка), в районі м. Кіровоград відсутня. Поверхня її непересічена, переважно рівна, біля с. Велика Житель півночі хвиляста, густо заросла болотними і лучними травами. Складено заплаву суглинистими та глинистими ґрунтами, місцями, вище за с. Осітняжка, торф'янисті. У період весняної повені заплава затоплюється шаром води на глибину від 0,5-0,8 м на початку ділянки до 1,2-1,5 м наприкінці його, терміном на 2-3 тижні.

Русло річки помірно звивисте, нерозгалужене, шириною 0,5-2,5 м, біля с. Бровкове протягом 0,6 км не виражено, між с. Велика Сіверянка та сел. Лелеківка є озероподібні розширення шириною до 42 м. Глибини близько 0,2-0,7 м, швидкість течії незначна (<0,1 м/с). Річка протікає через ряд сильно зарослих (очерет, рогоза, осока, водорості, ряска) та частково

замулених ставків. У м. Кіровоград є водосховище; переважно воно чисте, відкрите і лише верхня частина його заросла очеретом.

Дно рівне, мулисте, мулисто-піщане та піщане (м. Кіровоград).

Береги стійкі, круті та стрімчасті, висотою 0,1-0,8 м, біля с. Ульянівка та м. Кіровоград зливаються зі схилами долини. Складені вони глинистими або торф'яними ґрунтами, заросли травою, де-не-де чагарником.

Ділянка: гребля у м. Кіровоград - місце впадання балки Зінькова (довжина 44 км) [1]

Долина річки трапецеїдальна, слабомеандруюча; переважна ширина її 1,5-2 км, найбільша 3 км (ділянка с. Коноплянка - с. Попівка), найменша 1 км (с. Савинівка). Схили заввишки 20-30 м, помірно круті, подекуди, порізані численними ярами і балками, складені суглинистими ґрунтами, часто зустрічаються оголення кристалічних гірських порід. Рослинний покрив представлений степовими травами, на пологих схилах степ розораний і використовується під посіви сільськогосподарських культур, у селищах розташовані городи та сади.

Заплава уривчаста, то право-, то лівобережна, на окремих коротких ділянках двостороння (південна околиця м. Кіровоград, селища Попівка, Козирівка, Тарасівка), місцями зовсім відсутня (с. Завадівка). Переважна ширина її 0,3-0,5 км, найбільша 1,1 км (с. Попівка), найменша 30 м (с. Завадівка). Заплава суха, лучна, де-не-де зустрічаються чагарники, подекуди використовується під городи, сінокіс і пасовища. Поверхня її рівна, злегка нахилена до русла, між м. Кіровоград та с. Тарасівка перетнута невеликими озерами-старицями. Складено заплаву супіщаними ґрунтами, у період повені затоплюється шаром води від 0,5 до 3 м на 2 тижні; у пониженнях вода затримується 1,5-2 місяці.

Русло річки помірно звивисте, ділянки с. Першозванівка - с. Калинівка сильно звивисте, слабозгалужене (рукави або протоки влітку

зазвичай пересихають). Русло вузьке, найбільша ширина його 12 м (с. Тарасівка), найменша 6 м (селища Завадівка, Коноплянка), глибини близько 0,5-0,7 м, найбільша 1,5 м (с. Тарасівка), найменша 0,2 м (м. Кіровоград). Швидкість течії 0,1-0,3 м/с, на порожистих ділянках 0,5-0,6 м/с [1].

Дно піщане, у місцях, де оголюються кристалічні породи, зустрічаються порожисті ділянки довжиною 10-15 м (м. Кіровоград, селища Неопалимівка, Калинівка). Глибини тут не перевищують 0,2-0,3 м. У с. Савинівка у руслі є виступи гранітних порід.

Русло переважно відкрите, заростає лише у південній частині с. Тарасівка біля берегів смугою 0,5 м. Береги стійкі, круті та стрімчасті, заввишки 1-2 м, у багатьох місцях зливаються зі схилами долини, біля селищ порослі чагарником або окремими деревами, між селищами задерновані, складені супіщаними ґрунтами.

Ділянка: місце впадання балки Зінькова - гирло р. Сухоклея (довжина 54 км) [1]

Долина річки переважно V-подібна, за контуром у плані звивиста; переважна ширина її 1-1,5 км, найбільша 1,8 км (нижче за с. Інгуло-Кам'янка), найменша 0,8 км (на початку с. Мазурівка). На даній ділянці р. Інгул прорізає кристалічні гірські породи; схили висотою 40-55 м, круті, місцями стрімчасті, сильно розсічені балками і ярами, що мають також високі і стрімчасті схили. На крутих поворотах долини один схил зазвичай дуже крутий, протилежний йому помірно крутий. До с. Інженерівка схили скелясті, гранітні, нижче зустрічаються скелясті ділянки або окремі скелі («Нестерова скеля» біля с. Інженерівка, «Гайдамацька скеля» біля с. Лозуватка). У с. Ульяновка схили є прямовисними стінами заввишки 40—50 м. Біля підніжжя крутих схилів долини річки та ярів зустрічаються осипи, представлені щербеним матеріалом вивітрених вапняково-мергелистих і глинистих порід. Там, де немає оголень кристалічних

масивів, схили складені піщано-глинистими ґрунтами, помірно круті, висотою 25-30 м. Скелясті ділянки схилів позбавлені рослинності, помірно круті, мають трав'яний покрив, у селищах зайняті городами.

Заплава уривчаста, то право-, то лівобережна, місцями зовсім відсутня. Переважна ширина її 50-100 м, найбільша 300 м (у с. Василівка). Заплава суха, лучна, відкрита, складена хрящуватими, місцями піщано-глинистими ґрунтами, зайнята городами та садами. Затоплюється заплава шаром води від 1,5-2 до 4-5 м на 2-3 тижні.

Русло помірно звивисте, нерозгалужене. На річці в межах ділянки є лише один острів у північній частині с. Мазурівка, утворений водовідвідним каналом у раніше існуючого млина. Основний рукав правий. Довжина острова 150 м; ширина 30 м; він заріс чагарником, у повільно затоплюється. Найбільша ширина русла 30 м (с. Степанівка), найменша 8 м (с. Бузове). Глибини коливаються в межах 1—1,5 м, найбільша глибина 1,5 м (с. Лозуватка), найменша 0,2 м (с. Березнегувата). Швидкість течії 0,3-0,4 м/с, на перекатах та порогах зростає до 1,3 м/с.

Дно річки піщано-галькове, на порогах та перекатах кам'янисте. Перекати на річці є наприкінці ділянки, пороги трапляються частіше. У с. Морквино протягом 1,00 м русло засмічене валунами дуже великих розмірів, що утворюють острови довжиною до 10 м, шириною до 8 м. Русло переважно відкрите, тільки на окремих ділянках зарості біля берегів очеретом і лозою неширокою смугою до 3—5 м, місцями до 10 м (с. Бузове).

Береги русла, як правило, безпосередньо переходять у схили, і лише на окремих ділянках вони висотою 2,5 м (селища Богданівка, Василівка, Морквине). Складені вони піщаними чи суглинистими ґрунтами, задерновані. У с. Лаврівка є водосховище; довжина його 4,7 км, середня ширина 30 м, найбільша 74 м (біля греблі), середня глибина 1,8 м, найбільша 2,8 м, площа дзеркала 0,14 км².

Ділянка: гирло р. Сухоклеї - с. Софіївка (довжина 63 км) [1]

Долина звивиста, V-подібна, шириною 0,8-1 км, найбільша 1,5 км (с. Анно-Требинівка), найменша 0,4 км (с. Любовничка). Схили висотою 30-50 м, круті, місцями стрімчасті, сильно розсічені балками та ярами. На крутих поворотах долини один схил зазвичай дуже крутий, протилежний йому помірковано крутий. Складено схили піщано-гальковими ґрунтами з численними оголеннями кристалічних порід. На окремих ділянках схили скелясті, стрімчасті, висотою до 50 м (ділянка між селищами Анно-Требинівка та Розанівка). Величезні брили граніту та скелі є у селищах Анно-Требинівка та Фурдієво (скеля «Монастирище»). Правий схил на деяких ділянках терасований (селища Борисівка, Шевченкове). Перша тераса шириною 200 м, висотою 3-4 м, у період весняної повені затоплюється водою на ширину до 50 м. Поверхня її рівнинна, нахилена до річки, присхилова частина її зайнята садами та городами. Друга тераса завширшки 150-2,00 м, висотою 5-10 м; над нею розташовані хутори. Схили відкриті, на порівняно пологих ділянках застосовуються під сільськогосподарські угіддя.

Заплава уривчаста, зустрічається окремими невеликими ділянками то правому, то лівому березі. Переважна ширина її 60—100 м, найбільша 200 м (нижче за селища Костянтинівка та Корнійченко). Заплава рівна, злегка нахилена до річки, суха, відкрита, лучна; складена хрящуватими та піщано-глинистими ґрунтами, використовується під городи та сади. У період повені затоплюється шаром води від 3 до 6 м на 2-3 тижні.

Русло річки помірно звивисте і помірно розгалужене. Острови розташовуються на початку ділянки через 5-7 км, нижче за с. Седнівка через 2-3 км. У 1,2 км. нижче гирла р. Сухоклея є острів, що розділяє русло на два однакові рукави; у с. Седнівка в 400 м вище греблі є острів завдовжки 80 м, шириною 25 м, висота його 1,2-1,3 м у повінь затоплюється. Є також ряд островів у х. Долгоруків та селищ Інгулець та

Анно-Требинівка. На ділянці річки між селищами Розанівка та Перше Травня русло розгалужується на ряд рукавів (до трьох-чотирьох), утворюючи систему невеликих островів, зарослих травою і чагарником, затоплюваних у повінь. Острови мають довжину 50-100 м, ширину 20-40 м, висоту 1-1,5 м. Рукави однотипні і часто важко визначити, де проходить головне русло; довжина рукавів 100-150 м, ширина 15-20 м, глибина 0,5-1 м, швидкість течії 0,6-1 м/с. Нижче за с. Перше Травня русло нерозгалужене, шириною 30-35 м, глибиною до 2 м, швидкість течії 0,1-0,2 м/с (сюди поширюється підпор від греблі в с. Софіївка). У селищ Седенівка та Костянтинівка біля правого берега є піщані мілини шириною 10-20 м.

Дно русла переважно піщане та піщано-галькове, місцями, де річка прорізає кристалічний масив, кам'янисте (с. Фурдієво). Заростаність русла незначна, зазвичай воно заростає вздовж берегів смугою шириною від 5 до 10 м.

Береги одночасно представляють схили долини, місцями вони мають висоту 8—9 м (с. Анно Требінівка), на окремих ділянках 3—5 м, переважно круті та стрімкі. Складені вони піщаними та суглинистими ґрунтами, місцями гранітні. У с. Софіївка є водосховище довжиною 17,2 км, шириною 120 м (максимальна 300 м), глибиною 1,8 м (максимальна 7,1 м), площа дзеркала води 2,1 км².

Режим річки в різний час вивчався на водомірних постах у селищах Інгуло-Кам'янка (1930-1965рр.), Новопетрівка (1911-1917 рр.), Пересадівка (1930-1964 рр.), Мешково-Погорелово (1924-1925). В даний час режим річки вивчається на водпостах біля м. Кіровоград (з 1886 р.), селищ Василівка (з 1965 р.), Седнівки (з 1932 р.), Новогорожено (з 1925 р.) [1].

Річний хід рівня характеризується високою весняною повінню, низькою літньою і зимовою межею і невеликими підйомами рівня восени.

Весняна повінь починається наприкінці лютого-початку березня, в середині або наприкінці березня спостерігається найвищий рівень. Висота максимального весняного рівня над умовним середнім меженним рівнем по довжині річки змінюється від 2,1 до 3,1 м на ділянці витік-м. Кіровоград, нижче внаслідок розширення русла висота піку повені знижується до 2,4 м (селища Новогородище, Пересадівка). У роки з винятково високою весняною повінь найвищий рівень досягає 3 м у м. Кіровоград (1947 р.), 6,3 м у селищ Інгуло-Кам'янка (1940 р.) та Седнівка (1941 р.), 5,4 м у с. Новгороджено (1941 р.) та 5,5 м у с. Пересадівка (1941 р.). Місцями, де долина звужена та береги річки є одночасно її схилами, висота підйому рівня досягає 9 м (с. Анно-Требинівка). Спад повені в перший тиждень відбувається інтенсивно, сповільнюючись до кінця періоду, і в травні зазвичай встановлюється межень. Повінь проходить зазвичай одним піком, рідко двома через повернення холодів.

У літньо-осінній період зазвичай спостерігається від 2 до 4 паводків. Найбільша кількість паводків відзначено у 1948 та 1955 рр. У посушливі роки проходить 1-2 паводки (1936, 1959 рр.). Висота дуже високих паводків досягала у м. Кіровоград 2,5 м (1946 р.), біля с. Інгуло-Кам'янка 2,8 м (1954 р.), біля с. Седнівка 2,1 м (1948 р.), біля с. Нового народжено 1,8 м (1948 р.), біля с. Пересадівка 2,4 м (1932 р.) [1].

Зимові рівні стійкі і мало відрізняються від рівнів літньої межені.

Природний режим річки у верхній та середній течії спотворюється греблями. На пригирловій ділянці спостерігаються згінно-нагінні явища, а також підпір від р. Південного Бугу, що розповсюджується до с. Пересадівка.

Внутрішньорічний розподіл стоку нерівномірний. Близько 80% річного стоку проходить навесні, 12% у літньо-осінній період та 8% узимку.

Найбільша витрата води у с. Новогороджено спостерігалась навесні 1941 р. і становила $850 \text{ м}^3/\text{с}$, найменша літня спостерігалась у м. Кіровоград 1965 р. ($0,002 \text{ м}^3/\text{с}$). За період спостережень стоку немає у с. Інгуло-Кам'янка в період 12/VII-31/XII 1964 і в с. Новогороджено 30/VIII-16/IX 1957 р [1].

Середні річні витрати води змінюються за довжиною річки від $1,36 \text{ м}^3/\text{с}$ (м. Кіровоград) до $9,04 \text{ м}^3/\text{с}$ (с. Новогороджено). Коливання середніх річних витрат води значні: м. Кіровоград від $0,28$ до $4,52 \text{ м}^3/\text{с}$, біля с. Інгуло-Кам'янка від $0,88$ до $11,9 \text{ м}^3/\text{с}$, біля с. Седнівка від $2,28$ до $13,7 \text{ м}^3/\text{с}$, у с. Новогороджено від $0,98$ до $25,6 \text{ м}^3/\text{с}$.

Льодовий режим річки характеризується нестійким льодоставом, що встановлюється зазвичай у першій половині грудня. Сало та осінній льодохід спостерігаються дуже рідко і лише на гирловій ділянці. Льодостав несплошний: у верхньому (у місцях виходу джерельних вод) та середній течії на порожистих ділянках та перекатах, де швидкості течії значні, льодоставу не буває. Нерідко під час відлиг спостерігаються тимчасові розтину річки. Між селищами Плющівка та Пересадівка окремі мілководні рукави промерзають до дна. Середня товщина льоду у верхній течії $10\text{-}15 \text{ см}$, в середній і нижній $20\text{-}30 \text{ см}$, найбільша 76 см (1964 р. у с. Седнівка).

Весняний льодохід триває $2\text{-}4$ дні, на поворотах русла та біля мостів бувають затори льоду. Повністю річка очищається з льоду в середині березня.

Вода відноситься до гідрокарбонатного класу, групи кальцію.

У період весняної повені мінералізація і жорсткість найменші і відповідно змінюються від $263,5$ до $557,1 \text{ мг}/\text{дм}^3$ та від $3,19$ до $9,61 \text{ мг-екв}/\text{дм}^3$. Найбільших значень вони досягають у період межі; у період жорсткість змінюється від $5,32$ до $9,29 \text{ мг-екв}/\text{дм}^3$, а мінералізація — від $614,2$ до $1996,6 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Протягом року у воді переважають іони Ca^{2+} та HCO_3^- .

Річкова вода чиста, прозора, безбарвна, переважно придатна для пиття, на пригирловій ділянці солоні. У м. Кіровоград річка забруднюється стічними водами промислових підприємств. Нижче м. Кіровоград до с. Калинівка вода з неприємним запахом, брудна, чорно-синього кольору, не використовується для пиття та побутових потреб населення. Вода річки використовується для промислового (сумарне водоспоживання становить 8,8 млн. $\text{m}^3/\text{рік}$) та комунально-побутового (сумарне водоспоживання 5,7 млн. $\text{m}^3/\text{рік}$) водопостачання, а також для розведення риби та водоплавного птаха. По всій довжині річки, особливо на ділянці нижче за с. Софіївка — гирло, майже через кожні 1—2 км проводиться забір води дрібними установками для сільськогосподарського водопостачання (сумарне водоспоживання 25,4 млн. $\text{m}^3/\text{рік}$) та зрошення (сумарне водоспоживання у році 75% забезпеченості становить 17,2 млн. m^3 , році 95% забезпеченості, 21,5 млн. m^3). Усього року 75% забезпеченості потреб всіх галузей народного господарства з нар. Інгул, її приток, ставків та водосховищ забирається 33,2 млн. m^3 води.

Нижня ділянка річки від с. Пересадівка до гирла судноплавна [1].

У середній течії річка пересихає, внаслідок чого утворюються заболочені ділянки, де живуть найбільш невибагливі риби — лин, карась, в'юн. У нижній течії Інгулу мешкають майже ті ж самі риби, що і в нижній течії Південного Бугу — судак, щука, тарань, лящ, карась, лин, товстолоб, головень, короп, а також піскар, вівсянка, окунь, верховодка та інші [3].

Вода Інгулу використовується для водопостачання і зрошення — у басейні річки споруджена зрошувальна система на площі 33 тис. га. Верхні ділянки Інгулу та його приток зарегульовані — тут побудовані ставкові господарства; в ставках розводять рибу [3].

Контроль за станом поверхневих вод і управління водними ресурсами басейну річки Інгул на території Миколаївської області

здійснює Миколаївське регіональне управління водних ресурсів Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг [3].

Таким чином, адміністративно верхня частина басейну р. Інгул розташована в Кіровоградській області, нижня – в Миколаївській (рис 1.3).



Рис. 1.3 – розташування басейну р. Інгул в межах Кіровоградської та Миколаївської областей [2]

Клімат (рис 1.4) помірно континентальний. В холодний період року (листопад – березень) в січні середня температура складає $-5,5^{\circ}\text{C}$ і випадає

190 мм опадів, В теплий період року (квітень-жовтень) в липні середня температура повітря складає 21,5 °С і випадає 325 мм опадів. Зима м'яка, з частими відлигами, літо тепле, сухе.

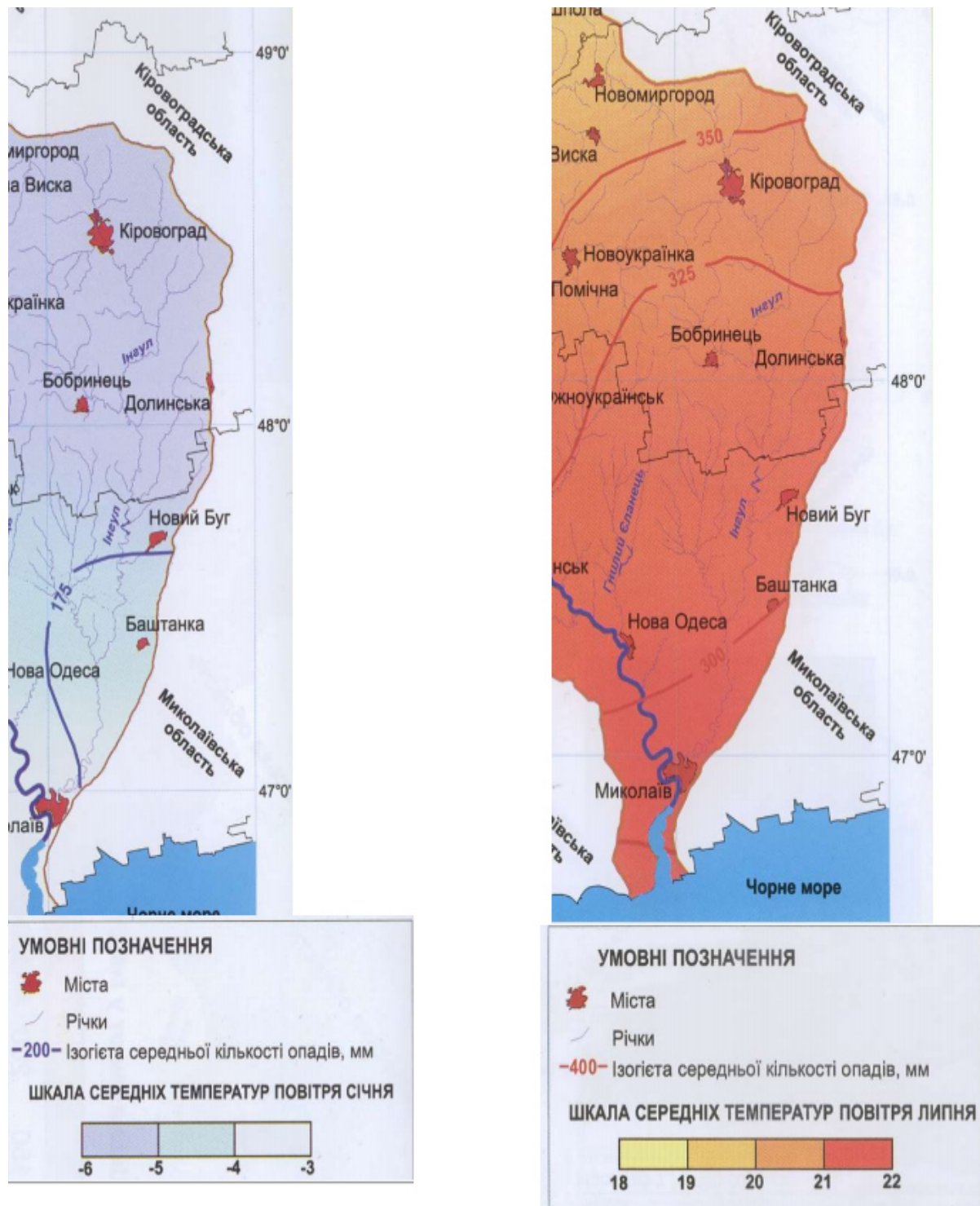


Рис. 1.4 – Фрагмент аркушів карт «Клімат в холодний і теплий періоди року» з нанесеним розташуванням басейну р.Інгул [2]

Згідно існуючого сучасного геоботанічного районування території України (рис. 1.5) басейн р. Інгул переважно знаходиться в межах степової посушливої дуже теплої зони, лісова рослинність є в дуже малій кількості.



Рис. 1.5 - Фрагмент карти «Рослинність і транспортна мережа» з нанесеним розташуванням басейну р. Інгул [2].

Басейн р. Інгул (рис 1.6) має значний ступінь урбанізації – вздовж річки і її приток багато селищ і міст, головними з яких є Кропивницький, Бобринець, Долинська, Новий Буг, Баштанка,



Рис 1.6 – Фрагмент карти «Урбанізовані території» з нанесеним розташуванням р. Інгул [2]

В басейні р. Інгул розташовано чимало об'єктів природно-заповідного фонду (рис 1.7), а саме: РЛП «Приінгульський» (3152,7 га), «Єланецький степ» (1675,7 га), десятки заказників, пам'яток природи.



Рис 1.7 – Фрагмент карти «Природно-заповідний фонд» з нанесеним розташуванням р. Інгул [2]

В господарському відношенні в басейні р.Інгул значно поширене сільське господарство (рис 1.8), по різних адміністративним районам в структурі площ сільгоспугідь домінує рілля (80-90%), на пасовища припадає 6 – 19% площ, на сіножаті – до 2%.

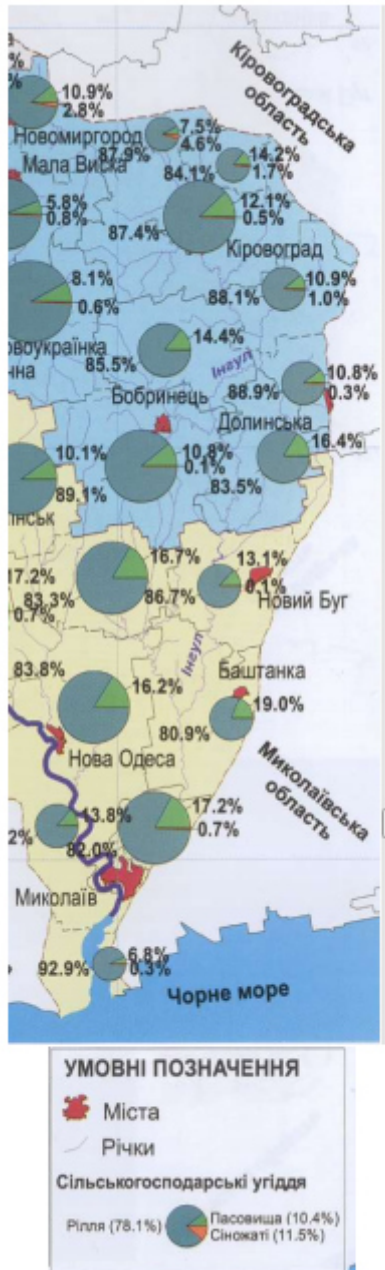


Рис. 1.8 – Фрагмент карти «Сільськогосподарські угіддя» з нанесеним басейном р. Інгул [2]

Для задоволення господарських потреб (рис 1.9) (рибництво, зрошування, рекреація, промислове і господарсько-побутове водопостачання) водні ресурси р. Інгул поповнюються за рахунок перекидання стоку р. Дніпро по каналу «Дніпро-Кіровоград» (щорічно – до 50 млн м.³), в басейні р. Інгул збудовано багато малих ставків і

водосховищ, найбільшими з яких є Кіровоградське (площа водозбору 987 км², площа дзеркала при НПР 260 га, об'єм води 4,2 млн м³) і Софіївське (площа басейн 6100 км², площа дзеркала при НПР 470 га, об'єм води 36 млн м³). Меншими за розмірами і значенням є Докучаєвське і Інгульське водосховища.



Рис 1.9 – Фрагмент карти «Основні водосховища басейну» з нанесеним розташуванням р. Інгул [2]

В басейні р. Інгул (рис 1.10) розташовано 10 водозаборів та 12 скидів стічних вод (з яких 2 скиди – нормативно очищених вод, 7 скидів – забруднені, недостатньо очищені стоки, 2 скида – недостатньо очищені але з біологічним очищенням, 1 скид – забруднені, без очистки). Основними підприємствами-водокористувачами в басейні р. Інгул є: Інгульська уранова шахта (в 2007 р. водозабір складав 3,6 млн м³; скид – 3,2 млн м³), КП «Кіровоград-водоканал» (в 2007 р. забрано 3,5 млн м³ вод, скинуто 2,7 млн м³).

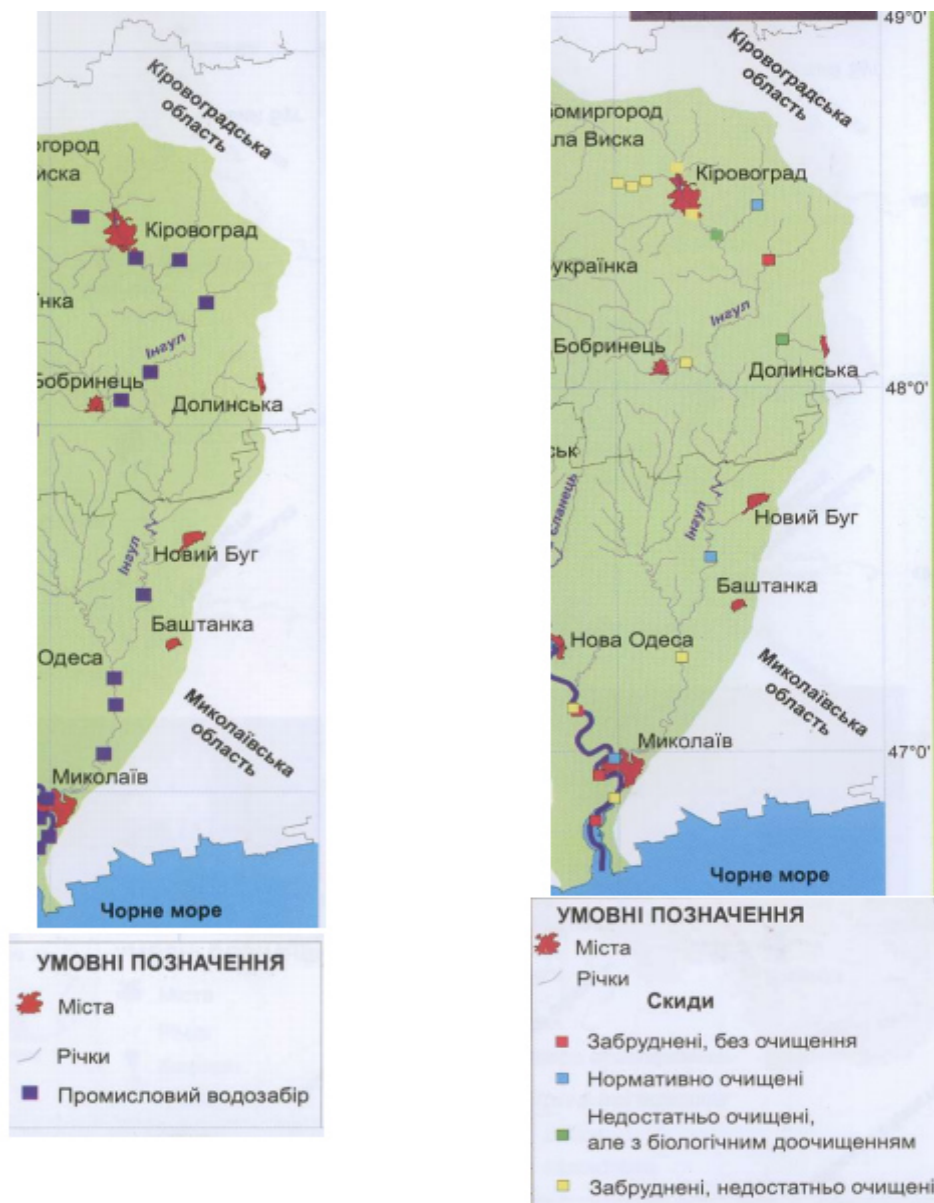


Рис. 1.10 – Фрагмент карт «Водозабори» та «Скиди стічних і зворотних вод» з нанесеним розташуванням р. Інгул [2].



Рис. 1.11 - р. Інгул біля с. Каравелове [3]



Рис. 1.12 - Витоки р. Інгул [3]



Рис. 1.13 - Скелі над р. Інгул [3]



Рис 1.14 - р. Інгул в районі м. Кропивницький [3]

Софіївське водосховище [4] — руслове водосховище в Україні, на річці Інгул. Розташоване в межах заповідної території — Регіонального ландшафтного парку «Приінгульський», в межах Новобузького району Миколаївської області. Дамба водосховища розташована на північ від села Софіївки. Споруджено 1968 року. Площа водосховища 4,7 км², повний об'єм 36 млн м³ (корисний 31,0 млн м³). Простягається з півдня на північ на 18 км; його пересічна ширина 0,26 км, максимальна — 0,7 км. Пересічна глибина 7,65 м, максимальна 19,5 м. Береги подекуди круті, кам'яністі, з виходом кристалічних порід [4]. Водосховище утворене 300-метровою земляною дамбою з шириною у підшві 140 метрів та 245-метровою бетонною греблею. Потужність верхнього водоскиду — 1245 м³/с, донного — 14,3 м³/с, сифонного — 4,9 м³/с.

Мінералізація води 800—3500 мг/дм³ (максимальна навесні та влітку). Вода сульфатно-хлоридно-натрієвого типу, досить збагачена азотом, фосфором, містить значну кількість органічних сполук [4].

Пересічна температура води у квітні +10, у червні +25, у жовтні +13,6. Влітку спостерігається «цвітіння» води.

Водяться в'язь, йорж, краснопірка, лящ, плітка тощо.

Використання: для технічного водозабезпечення населення Новобузького та Казанківського районів, а також для зрошування і рибництва. Створений гідрологічний заказник Софіївське водосховище [4].

Вздовж берегів водосховища — зони відпочинку [4].



Рис. 1.15 - Вигляд Софіївського водосховища [4]



Рис. 1.16 - Гребля Софіївського водосховища [4]



Рис. 1.16 - Гранітні береги Софіївського водосховища [4]

Інгульська шахта [5] — структурний підрозділ Східного ГЗК, найбільша з уранових шахт України. Веде видобуток руди з Мічуринського і Східної зони Центрального родовища. Забезпеченість запасами, при продуктивності шахти на рівні 2000 року становить близько 15 років. Розташована у селі Неопалимівка Кропивницького району.

Родовище Мічуринське почали освоювати в 1965 році з проведенням головних стволів «Північний» і «Південний», які увійшли до експлуатації в 1973 р. Паралельно з використанням розвідувального ствола «Допоміжний» розкривали і готували запаси на глибині 90-150 м, де зосереджено 30 % руди.

Підготовку покладів Північно-західної зони, найвіддаленішої від річки, почали в 1967 році, а в 1970 році приступили до відробітку перших дослідних блоків видаючи руду у кліт'ях по стволу «Допоміжний». Очисні роботи ведуться в поверсі 280.210 м. Руда видається кліт'євим підйомом

ствола «Північний». Родовище Центральне розкрите двома стволами «Розвідуючо-Експлуатаційний № 4 і 5», які пройдені на глибину 1048 і 336 м, відповідно, а закладний шурф — 160 м. Горизонтальними виробленнями родовище розкрите на горизонтах 160, 230 і 300 м. Висота відпрацьованого поверху 70 м. Очисні роботи ведуться в поверхах 410, 500.590 і 590.680 м, а гірничокапітальні — в поверхах 680.770 і 770.950 м. Така схема розтину Центрального родовища дозволила транспортувати руду під землею до ствола шахти «Північна» Мічурінського родовища, не використовуючи поверхні шахт. «Розвідуючо-Експлуатаційний № 4 і 5» для спорудження рудосортівної установки, розміщення відвалів порожніх порід і складів забалансових руд.

Шахта «Інгульська» знаменита тим, що добуває частину руди прямо під обласним центром — містом Кропивницьким. Фактично це ціле підземне місто, яке розробляє два уранові родовища: Мічурінське і Центральне. Шахта має п'ять вертикальних стволів, а для обслуговування віддаленого Мічурінського родовища прорито підземний тунель завдовжки декілька кілометрів. Кропивницька місцева преса постійно повідомляє про те, в яких районах міста ведеться розробка пластів. Діяльність шахти не викликає в мешканців міста захвату, проте після 40 років роботи протестів місцевих жителів немає [5].



Рис. 1.17 – Вид на будівлі Інгульської уранової шахти [5]

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РІЧКИ ІНГУЛ

2.1 Опис методики дослідження

З наукової точки зору [6-8] корисним є пошук існування та оцінка тісноти взаємозв'язків між вмістом у воді окремих гідрохімічних характеристик. Це дозволяє підбирати аналітичні розрахункові залежності, проводити оперативну оцінку та прогноз якості води, автоматизувати обчислення стоку розчинених хімічних речовин. Вказані зв'язки існують не завжди, що залежить від складності умов формування хімічного складу річкових вод на водозборах, ступенем впливу високого рівня антропогенного навантаження, яке разом може змінювати природний гідрохімічний режим річок. Статистичні методи (а саме - кореляційний аналіз) застосовуються для пошуку, опису, моделювання основних гідрохімічних процесів, на всіх етапах гідрохімічних досліджень.

Подальший розвиток системи гідрохімічного моніторингу вимагає потребу щодо збільшення вимог до точності і рівня надійності інформації про якість вод. Підвищити достовірність інформації можливо шляхом встановлення закономірностей вмісту у воді окремих якісних показників поверхневих вод. Ці залежності використовують, зокрема, для гідрохімічного районування річок України.

На вміст у воді гідрохімічних показників можуть впливати такі фактори: часткові (характерні для цього показника), загальні (які впливають в тому числі і на решту показників).

В даній магістерській кваліфікаційній роботі для того, щоб здійснити оцінку зв'язків між гідрохімічними характеристиками був використаний математичний статистичний метод - кореляційний аналіз, який передбачає встановлення залежності між випадковими рядами (окремими вибірками

або багатомірними групами гідрохімічних даних). Кількісним критерієм тісноти зв'язків між двома рядами вірогідних величин (що мають нормальний чи логнормальний розподіл) виступає коефіцієнт кореляції r_{xy} . Зв'язки з кореляцією $r_{xy} \geq 0,6$ вважаються достатньо тісними для розрахунків.

Коефіцієнт кореляції (r_{xy}) між двома рядами гідрохімічних характеристик (x, y) обчислюють за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x \cdot \Delta y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta x^2 \cdot \sum_{i=1}^n \Delta y^2}}, \quad (2.1)$$

тут x_i, y_i – члени рядів, x_0, y_0 – середньоарифметичні значення.

Для масових практичних кореляційних розрахунків зручною і найбільш вдалою є таблична форма запису отримуваних результатів, при дослідженні взаємної кореляції між гідрологічними і гідрохімічними характеристиками складають кореляційну матрицю, яка дозволяє здійснити аналіз між іонних зв'язків.

Для проведення оцінки точності і вірності розрахункових коефіцієнтів парної кореляції r_{xy} проводять визначення середньоквадратичної похибки (m_r), яка за обсягу вибірки $n < 100$ розраховується по виразу:

$$m_r = \frac{1 - r_{xy}^2}{\sqrt{n - 2}}, \quad (2.2)$$

тут n – об'єм вибірки.

Для оцінки надійності коефіцієнта кореляції використовують статистику t-критерію Стьюдента за виразом:

$$t = \frac{|r_{xy}|}{m_r} \quad (2.3)$$

Висновок про достовірність досліджуваного лінійного зв'язку робиться [6-8] для певного рівня значущості ($q=5\%$) і певної кількості ступенів свободи ν .

2.2 Аналіз вхідних даних

Для дослідження було взято пост р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг, Софіївське водосховище, 163 км від гирла на межі Кіровоградської і Миколаївської областей, для якого часовий ряд складає 11 років спостережень, починаючи з 2010 р. і закінчуючи 2021 р. Для дослідження були взяті 41 інгредієнтів: фізико-хімічні показники, головні іони, біогенні речовини, показники забруднення, важкі метали, радіоактивні ізотопи, за допомогою яких виконуються оцінка якості води різними методами.

Моніторинг якості води р. Інгул в пункті с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг (рис. 2.1) здійснює Регіональний офіс водних ресурсів у Миколаївській області, дані розміщено на інтернет сторінці за адресою: <https://mk-vodres.davr.gov.ua/node/1162>

За 2010-2021 рр. на посту моніторингу було відібрано та опрацьовано 144 проб води, в середньому відбиралось 12 проб води за рік.

Фізико-географічні умови басейну річки Інгул не є однорідними, тому хімічний склад води вздовж річки змінюється, відчуваючи сезонні зміни, посилені антропогенним впливом. Основним фактором формування гідрохімічного складу води є водний стік, передусім його внутрішньорічний розподіл.

Для характеристики гідрохімічного режиму р. Інгул використані дані ДАВРУ за 2010– 2021 рр. (таблиця 2.1).

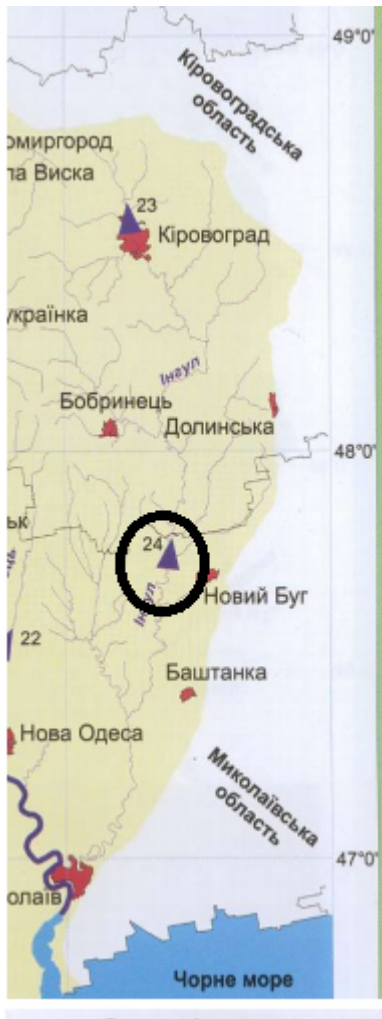


Рис 2.1 – Фрагмент топографічної карти з нанесеним водозбірним басейном і точкою моніторингу стану р. Інгул

Гідрохімічна будова поверхневих змінюється у часі і просторі, залежно від переваги у руслі водного стоку різного генетичного походження (поверхнево-схилувий, ґрунтово-поверхневий, підземний). Головними іонами у сольовому складі води річки Інгул виступають сульфат-іони, гідрокарбонат-іони, хлорид-іони, іони кальцію, магнію, натрію, калію, надходження яких у воду пов'язано, в основному, з процесами розчинення солей, котрі утворюють гірські породи, ґрунти, та з процесами іонного обміну, тощо.

Таблиця 2.1 – Межі коливань концентрацій гідрохімічних показників р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг, Софіївське водосховище, 163 км від гирла (2010-2021 рр., дані ДАВРУ), мг/дм³

Вміст		Середнє	Максимальне	Мінімальне
Температура	град.С	12,8	30	0
pH	од. pH	8,38	8,96	7,94
Прозорість	см	37,2	41	3,7
Мутність	мг/дм ³	2,04	6,41	0,029
Запах	Бали	1	1	1
Кольоровість	градуси	21,6	44,1	0
Зав.речовини	мг/дм ³	11,5	42	0
Амоній сол	мг/дм ³	0,09	0,517	0
Нітрити	мг/дм ³	0,06	0,63	0
Нітрати	мг/дм ³	4,15	16,3	0
Розч.кисень	мгО ₂ /дм ³	12,3	29,1	2,8
% насич. О ₂	%	117	255	34,2
Перм.окислюв.	мг О ₂ /дм ³	10,2	16,4	5,13
ХСК	мг О ₂ /дм ³	30,8	52,1	13,5
БСК ₅	мг О ₂ /дм ³	2,93	9,42	0,62
Жорсткість	мг-екв/дм ³	11,9	15,1	5,9
Сухий залишок	мг/дм ³	1416	1700	733
Сульфати	мг/дм ³	513	659	237
Хлориди	мг/дм ³	161	213	78,7
Кальцій	мг/дм ³	122	164	82
Магній	мг/дм ³	71,2	103	7,29
Гідрокарбон.	мг/дм ³	361	433	201
Натрій	мг/дм ³	229	316	113
Калій	мг/дм ³	8,56	24,6	2,67
Фосфати	мг/дм ³	0,67	2,4	0,019
Залізо заг.	мг/дм ³	0,2	1,15	0,04
Хром VI	мг/дм ³	0	0	0
Хром III	мг/дм ³	1,38E-05	0,002	0
Мідь	мг/дм ³	0,005	0,06	0
Цинк	мг/дм ³	0,039	0,81	0
Нікель	мг/дм ³	0,018	0,09	0
Марганець	мг/дм ³	0,048	0,132	0
Кадмій	мг/дм ³	5,5E-06	0,0006	0
АПАР	мг/дм ³	0,038	0,093	0
Нафтопродукти	мг/дм ³	0,0076	0,133	0
Цезій-137	пКі/дм ³	2,02	4,97	1,08
Стронцій-90	пКі/дм ³	6,18	14,1	0
Кремній	мг/дм ³	4,30	9,74	0,826
Алюміній	мг/дм ³	0,015	0,228	0

Гідрокарбонат-іони виступають як домінуючий аніон в хімічному складі води і часто зумовлюють їх клас. Вони у великій кількості присутні у воді більшості річок, бо поверхневі води формуються і контактують переважно з верхніми, добре промитими шарами ґрунтів і гірських порід, а тому бідних на легкорозчинні хлорид-іони та сульфат-іони. Тому іонний склад цих вод пов'язаний з поширеними малорозчинними карбонатними породами (вапняки, доломіти) які переважають серед осадових порід. Вміст таких іонів у воді р. Інгул в створі контролю за 2010 – 2021 рр. складала від 201 до 433 мг/дм³.

Сульфат-іони широко присутні практично у всіх природних водах і, зазвичай, посідають друге місце по вмісту після гідрокарбонат-іонів. Ці іони потрапляють у воду переважно внаслідок хімічного вивітрювання осадових порід, при окисненні сульфідів, розчиненні мінералів з високим вмістом сірки (наприклад, гіпсу). Також сульфат-іони можуть мати антропогенне походження (утворюються при розкладанні промислових, господарсько-побутових стічних вод). Режим сульфат-іонів в основному визначається особливостями окисно-відновних процесів, біологічною ситуацією у водному об'єкті, господарською діяльністю людини. За даними спостережень ДАВРУ, вміст сульфат-іонів на посту р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг змінювався в межах 237 – 659 мг/дм³.

Хлорид-іони мають високу здатність до міграції через їх добру розчинність, слабку здатність до сорбції на завислих частках та до споживання гідробіонтами (водними організмами). У природні води хлорид-іони надходять при розчиненні хлорвмісних гірських порід та соленосних відкладів. Також відчутна роль промислових і господарсько-побутових стічних вод у збільшенні вмісту хлорид-іонів. Хлориди містяться у водах р.Інгул у концентраціях від 78,7 до 213 мг/дм³.

Іон кальцію зазвичай виступає домінуючим катіоном для мало мінералізованих вод. Основним джерелом надходження кальцію у поверхневі води виступають процеси хімічного вивітрювання, розчинення гірських порід (вапняків, доломітів, гіпсу тощо). Значні кількості кальцію також потрапляють у водні об'єкти зі стічними водами (силікатні, металургійні, скловарні, хімічні підприємства, сільськогосподарські масиви). У воді р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за 2021-2021 рр. вміст кальцію коливався в межах 82-164 мг/дм³.

Іони магнію поступають у поверхневі води в процесі хімічного вивітрювання та розчинення гірських порід (доломіти, мергелі) та зі стічними водами (металургійних, силікатних, текстильних та інших підприємств). За даними спостережень ДАВРУ, у воді р. Інгул вміст іонів магнію за дослідний період складав від 7,29 до 103 мг/дм³.

Сумарний вміст солей кальцію і магнію дає показник твердості, який для р.Інгул висока і становила від 5,9 до 15,1 мг-екв/дм³.

Іони натрію та калію надходять у поверхневі води з вивержених і осадових порід, з господарсько-побутовими і промисловими стічними водами, із зрошувальними водами з сільськогосподарських угідь. Вміст іонів натрію у водах р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за 2010-2021 рр. складав 113-316 мг/дм³, концентрація калію становила від 2,67 до 24,6 мг/дм³.

Мінералізація води (сумарний вміст всіх виявлених під час хімічного аналізу води головний іонів) – вміст мінералізації у поверхневих вод має сезонний характер відповідно до зміни протягом року ролі різних видів живлення у фазах водного режиму, тому під час водопілля і паводків мінералізація є мінімальною, а у межінь - досягає максимальних значень. За даними гідрохімічних спостережень, сухий залишок води р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за 2010-2021 рр. становив 733 – 1700 мг/дм³.

Водневий показник середовища (рН) зумовлений наявністю вільних іонів водню, має виражений сезонний і добовий характер динаміки, формується під впливом гідробіологічних процесів, досить стабільний показник. Різка зміна рН води свідчить про забруднення води кислими або лужними стічними водами промислових підприємств. В природних водах цей показник визначається відношенням концентрацій вільного діоксиду вуглецю та гідрокарбонатних іонів, також на нього впливає високий вміст гумусових речовин, основних карбонатів та гідроксидів металів, які утворюються внаслідок поглинання CO_2 при фотосинтезі, а також наявність у воді солей, що гідролізуються. Також, в забруднених поверхневих водах можуть міститися сильні кислоти або основи, які впливають на кислотність води. Концентрація іонів водню має велике значення для хімічних та біологічних процесів, які протікають у природних водах. Від рН залежить розвиток і життєдіяльність макрофітів, стійкість різних форм міграції елементів. Показник рН води р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг складала 7,94-8,96, тобто слабо лужна реакція.

Вода р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за даними ДАВРУ має підвищений вміст зважених часток (від 0 до 42 мг/дм³) внаслідок великого сільськогосподарського освоєння басейну, високого ступеня розораності, недостатнього показника лісистості і погіршення самоочисної здатності річки внаслідок загального погіршення її стану. Мутність води складає від 0,029 до 6,41 мг/дм³.

Вміст у воді р.Інгул великої кількості органічних, гумусових сполук (особливо в періоди зростання водності) визначає високі показники динаміки кольоровості води – від 0 до 44,1 градусів.

Температура води в р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за 2010-2021 рр. складала від 0 до 30 градусів, прозорість

води за шрифтом становила від 3,7 до 41 см. Запах вод р.Інгул за період спостережень становила 1 бал.

Розчинений кисень - найважливіший фізико-хімічний показник. Кисень є природним окиснювачем, який визначає якість води, можливість підтримки онтогенезу гідробіонтів. Кисень споживається під час дихання гідро біонтів, окиснення органічних речовин.

Низький вміст розчиненого кисню негативно впливає біохімічні та екологічні процеси у водній екосистемі. У поверхневих водах вміст кисню динамічно змінюється і має сезонні і добові коливання. Дефіцит кисню зазвичай має місце у водних об'єктах з високими концентраціями забруднювальних органічних речовин, в евтрофних водоймах з надлишком біогенних й гумусних речовин. За даними спостережень ДАВРУ, вміст розчиненого кисню у воді р.Інгул становив від 2,8 до 29,1 мгО/дм³ або від 34,2 до 255 % насичення.

Хімічне споживання кисню ХСК виступає індикативним показником забруднення води, за даними спостережень ДАВРУ у воді р.Інгул цей показник змінювався від 13,5 до 52,1 мг/дм³. Вміст органічних речовин у воді за показником перманганатної окиснюваності ПО є значним і складав від 5,13 до 16,4 мгО/дм³.

Біохімічне споживання кисню за п'ять діб (БСК₅) - це кількість кисню, що споживається за певний час при біохімічному окисненні наявних у воді органічних та інших забруднювальних речовин в аеробних умовах. Тобто, БСК дає інформацію про кількість органічної речовини у воді. Величина БСК₅ (біохімічне споживання кисню протягом 5 діб) – найбільш поширена. Значення БСК₅ використовується при оцінках ступеня забрудненості водного об'єкта через надлишок вмісту органічних речовин, які легко окислюються. Даний показник змінювався у воді річки Інгул від 0,62 до 9,42 мгО/дм³.

Біогенні речовини є важливими показниками якості води та стану водної екосистеми; вони визначають рівень розвитку гідробіонтів, трофічність водойм, ступінь їх забруднення.

До біогенних речовин у природних водах відносять сполуки азоту, фосфору, залізо, кремній. Азот і фосфор беруть участь у життєдіяльності гідробіонтів.

Найбільш важливі в цьому відношенні - сполуки фосфорної та азотної кислот, від наявності яких в окремі періоди року залежить інтенсивність розвитку органічного життя у водному об'єкті. Біогенні речовини виступають каталізаторами процесів антропогенного евтрофування поверхневих вод, значна концентрація цих речовин у воді може бути небезпечною.

Основні шляхи надходження біогенів у річкові води - житлово-комунальне господарство, промисловість, сільське господарство, тваринництво, землеробство, а також атмосферні опади, внутрішні процеси у водному об'єкті.

Сполуки азоту у природних водах зустрічаються в основному у вигляді розчинених у воді нітратів, нітритів та амонійних солей. Незначною мірою у воді присутні органічні сполуки азоту (результат розпаду білкових речовин). Основним джерелом потрапляння сполук азоту у річкових водах є процеси білкового розпаду (у водоймах, в навколишніх ґрунтах). Вміст сполук азоту є одним із показників ступеня евтрофії водойм.

Амонійні іони потрапляють у природні води разом з господарсько-побутовими стічними водами, поверхневим стоком з сільськогосподарських угідь, де широко застосовують мінеральні азотні добрива, а також в промислових стічних водах.

Протягом року в режимі концентрацій амонійного азоту помітна сезонність, коли навесні та у період інтенсивної фотосинтетичної

діяльності фітопланктону його концентрація мінімальна, а потім вона зростає влітку при посиленні процесів бактеріального розкладу органічних речовин. Присутність амонійного азоту є індикатором свіжого забруднення вод, чи є наслідком інтенсивних відновних процесів, які є звично протікають для гумінових сполук болотяних вод. Динаміка змін вмісту азоту амонійного у воді р. Інгул становила від 0 до 0,517 мг/дм³.

Азот нітритний виступає проміжними продуктами у біологічному кругообігу азоту («органічна речовина» - азот амонійний – азот нітритний – азот нітратний), тому їх вміст у воді, зазвичай, менший в порівнянні з амонійним та нітратним азотом.

Потрапляння чи виявлення у незабруднених водних об'єктах азоту нітритного відбувається із процесами розкладу органічних речовин, нітрифікації. Також зростає вміст азоту нітритного при дефіциті кисню у водоймі, також це типово часто відбувається в місця скиду стічних вод підприємств, які використовують у власному технологічному циклі нітриту і солі. Також на режим концентрацій азоту нітратного впливає сезонність процесів самоочищення – само забруднення природних вод. Концентрація нітритів у воді р. Інгул становила від 0 до 0,63 мг/дм³.

Азот нітратний утворюється у великих кількостях в водних об'єктах при протіканні внутрішньо водоймних процесів нітрифікації азоту амонійного у присутності кисню за участі нітрифікуючих бактерій, тому типово збільшення концентрацій азоту нітратного часто відбувається у літній період під час масового відмирання фітопланктону. Також джерелом надходження нітратів у поверхневі води є атмосферні опади. Концентрація нітратного азоту у воді р. Інгул змінювалась від 0 до 16,3 мг/дм³.

Фосфати відіграють важливу роль у водних екосистемах і потрапляють у них при водній ерозії гірських порід і там фосфор знаходиться у вигляді мінеральних та органічних сполук, причому деякі з них є розчинними, частина - у вигляді колоїдів та завислих речовин.

Фосфати, як і сполуки азоту, формують рівень продуктивності водойм, оскільки є основою поживного ланцюга для гідробіонтів. Зазвичай, у водних об'єктах концентрація фосфатів не є високою у вегетаційний період внаслідок витрачання на біологічні процеси, в зимовий холодний період року концентрація фосфатів максимальна через розкладання органічних залишків. Також зростання концентрації фосфору у водах може бути наслідком інколи про їх забруднення. Вміст фосфатних іонів у воді р. Інгул становив від 0,02 до 2,4 мг/дм³.

Залізо загальне є дуже поширеним в гірських породах, тому завжди присутнє і у природних водах у невеликих концентраціях через низьку міграційну здатність.

Обсяги та інтенсивність надходження заліза у водні об'єкти визначаються різними процесами: процеси хімічного вивітрювання гірських порід, інтенсивності підземного живлення, потрапляння зі стічними водами різних галузей промисловості, сільського господарства, зливових стоків, поверхнево силового стоку із забудованих площ та сільськогосподарських угідь. У воді р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за 2010-2021 рр. вміст заліза загального становив від 0,04 до 1,15 мг/дм³.

Вміст кремнію у воді р.Інгул становив 0,826-9,74 мг/дм³.

Вміст у водах р.Інгул основних важких металів (мідь, хром, марганець, нікель, алюміній, кадмій) обмежуються низькими концентраціями внаслідок високого значення рН, мутності води, інтенсивних біологічних процесів. Ці речовини поступають у водні об'єкти при руйнуванні гірських порід, потраплянні стічних вод з боку хімічних і металургійних виробництв, шахтних вод, змиву реагентів з вмістом міді, а також разом зі стічними водами з сільськогосподарських угідь. Протягом року вміст важких металів у воді р. Інгул максимальний під час паводків і водопілля, що пояснюється їх змивом з поверхні водозбору. Саме тому

вміст в інший період року зазначених сполук у воді річки наближається до аналітичного нуля. Конкретно, вміст алюмінію становив від 0 до 0,228 мг/дм³, вміст хрому складав від 0 до 0,002 мг/дм³, концентрація міді становила від 0 до 0,06 мг/дм³. Вміст цинку у воді р. Інгул становив від 0 до 0,81 мг/дм³, нікель містився у концентраціях від 0 до 0,09 мг/дм³, вміст марганцю коливався від 0 до 0,132 мг/дм³, кадмій містився у воді в межах 0 - 0,0006 мг/дм³.

Вміст у природних водах типово речовин забруднювальних, антропогенного походження (нафтопродукти, СПАР) в основному залежать від рівня антропогенного навантаження. Велика кількість СПАР і нафтопродуктів надходить зі стічними водами підприємств нафтопереробної, хімічної, металургійної галузей, з господарсько побутовими стоками. Потрапивши у водні об'єкти, ці речовини негативно впливають на їх фізико-хімічний стан, погіршують кисневий режим та органолептичні властивості. Ще однією з особливостей цих речовин є їх висока стійкість до руйнування у воді річок та повільно розкладаються. За даними спостережень ДАВРУ вміст СПАР у р. Інгул коливається від 0 до 0,093 мг/дм³. Нафтопродукти містяться у воді в концентраціях від 0 до 0,133 мг/дм³.

Скидання у води р. Інгул в районі Інгульської шахти дренажних вод з уранової шахти та постачання вод з р. Дніпро спричиняє певну радіоактивність вод, яка за показником цезію за період 2010 – 2021 рр. становила від 1,08 до 4,97 пКі/дм³, а за показником стронцію змінювалась від 0 до 14,1 пКі/дм³.

2.3 Аналіз отриманих результатів

За даними спостережень ДАВРУ була складена кореляційна матриця за окремими гідрохімічними показниками р. Інгул за 2010 – 2021 рр. (табл

2.2). Аналіз показує, що існують небагато корелятивно значимих зв'язків - 12 шт. Так, зв'язок є тісним для пар показників «кисень, мг» - «кисень, %» (0,76); «твердість» - «сухий залишок» (0,83); «твердість» - «сульфати» (0,76); «твердість» - «хлориди» (0,66); «твердість» - «кальцій» (0,76); «твердість» - «магній» (0,68); «сухий залишок» - «сульфати» (0,89); «сухий залишок» - «хлориди» (0,78); «сухий залишок» - «кальцій» (0,64); «сухий залишок» - «магній» (0,6); «сухий залишок» - «натрій» (0,64); «сульфати» - «хлориди» (0,74). За знаком всі ці зв'язки є прямими (при зростанні одного показника пари зростає й вміст іншого показника. На нашу думку, зв'язок між вмістом розчиненого кисню в мг та % насичення – очевидний, бо це два різних способи вираження концентрації кисню, різниця – за рахунок впливу тиску атмосферного повітря, яке використовується для обчислення % насичення води киснем. Стосовно інших корелятивно значимих зв'язків можна сказати, що режим змін концентрації головних іонів у воді р.Інгул протягом року досить стабільний, коли щорічно подаються великі обсяги вод р. Дніпро та скидних дренажних вод з Інгульської шахти, хімічний склад яких більш менш сталий у часі і вплив фаз водності та сезонних процесів водного, гідрохімічного та гідробіологічного режиму власне р. Інгул на цьому фоні є незначними в плані формування вмісту у воді головних іонів. В будь-якому разі отримані результати є цікавими і можливо потребують додаткового вивчення в майбутньому.

Таблиця 2.2 – Кореляційна матриця окремих гідрохімічних показників
р. Інгул (2010-2021 рр.) – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за даними ДАВРУ

	pH	Прозорість	Кольоровість	ЗР	NH4	NO2	NO3	Розч.кисень	% насич. O2	ПО	ХСК	БСК5	Жорсткість	СО	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Гідрокорбон.	Натрій	Калій	Фосфати	Залізо заг.	Мідь	Цинк	Нікель	Марганець	АПАР	НП	Цезій-137	Стронцій-90	Кремій	Алюміній
T	0,41	-	-	0,40	0,16	0,24	0,58	0,13	0,53	0,29	0,21	0,33	0,19	0,02	0,06	0,00	0,37	0,02	0,60	0,07	0,03	0,44	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,16	0,01	0,19	0,12	0,41	0,38
pH	-	0,17	0,03	0,30	0,19	0,16	0,09	0,31	0,49	0,28	0,08	0,41	0,10	0,05	0,04	0,07	0,13	0,03	0,32	0,11	0,16	0,27	0,04	0,11	0,11	0,02	0,04	0,14	0,14	0,09	0,06	0,42	0,29
Прозорість	-	-	0,21	0,35	0,02	0,04	0,02	0,29	0,34	0,37	0,10	0,31	0,21	0,14	0,13	0,19	0,17	0,12	0,24	0,09	0,08	0,26	0,15	0,03	0,04	0,02	0,06	0,04	0,28	0,09	0,09	0,35	0,22
Кольоровість	-	-	-	0,07	0,17	0,00	0,07	0,01	0,00	0,05	0,09	0,10	0,02	0,02	0,01	0,10	0,03	0,07	0,02	0,11	0,05	0,02	0,06	0,16	0,06	0,06	0,16	0,13	0,17	0,06	0,12	0,00	0,03
З.Р.	-	-	-	0,00	0,13	0,19	0,09	0,33	0,36	0,15	0,29	0,17	0,04	0,00	0,04	0,14	0,21	0,11	0,22	0,07	0,12	0,23	0,03	0,11	0,06	0,04	0,00	0,13	0,18	0,11	0,21	0,11	0,02
NH4	-	-	-	-	0,11	0,00	0,01	0,08	0,03	0,08	0,10	0,02	0,11	0,01	0,07	0,00	0,01	0,08	0,07	0,11	0,05	0,11	0,21	0,03	0,06	0,02	0,01	0,11	0,17	0,09	0,10	0,08	0,07
NO2	-	-	-	-	-	0,12	0,01	0,16	0,05	0,08	0,01	0,11	0,06	0,00	0,01	0,06	0,19	0,05	0,14	0,15	0,20	0,12	0,01	0,02	0,02	0,07	0,11	0,10	0,02	0,13	0,10	0,07	0,01
NO3	-	-	-	-	-	-	0,37	0,07	0,23	0,14	0,11	0,11	0,08	0,05	0,15	0,15	0,26	0,01	0,44	0,19	0,20	0,09	0,01	0,01	0,11	0,01	0,03	0,10	0,08	0,19	0,06	0,06	0,06
O2, мг	-	-	-	-	-	-	0,76	0,08	0,10	0,32	0,29	0,39	0,30	0,26	0,39	0,22	0,16	0,15	0,15	0,27	0,19	0,34	0,03	0,02	0,17	0,11	0,09	0,06	0,17	0,02	0,05	0,07	0,01
O2, %	-	-	-	-	-	-	-	0,27	0,05	0,48	0,34	0,24	0,24	0,15	0,30	0,42	0,08	0,51	0,15	0,15	0,56	0,04	0,01	0,13	0,09	0,09	0,13	0,14	0,16	0,03	0,09	0,29	0,21
ПО	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35	0,51	0,19	0,31	0,40	0,23	0,08	0,07	0,12	0,25	0,05	0,03	0,04	0,04	0,12	0,12	0,16	0,21	0,22	0,02	0,04	0,30	0,25	0,08
ХСК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36	0,03	0,14	0,17	0,06	0,03	0,03	0,06	0,08	0,18	0,06	0,19	0,04	0,02	0,16	0,03	0,10	0,22	0,13	0,02	0,24	0,07	0,08
БСК5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	0,02	0,06	0,08	0,11	0,00	0,30	0,01	0,07	0,21	0,06	0,01	0,10	0,02	0,09	0,16	0,17	0,11	0,05	0,29	0,17	
ТВ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83	0,76	0,66	0,76	0,68	0,58	0,47	0,10	0,42	0,42	0,05	0,05	0,04	0,31	0,17	0,09	0,39	0,23	0,24	0,29	0,18
СЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,89	0,78	0,64	0,60	0,41	0,64	0,10	0,42	0,08	0,06	0,04	0,32	0,23	0,09	0,40	0,09	0,21	0,03	0,27	
SO4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,74	0,54	0,56	0,27	0,56	0,10	0,34	0,08	0,01	0,03	0,03	0,34	0,29	0,16	0,38	0,15	0,22	0,01	0,24

3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ Р. ІНГУЛ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

3.1 Опис методики оцінки якості води за показником КІЗ

Даний метод дозволяє класифікувати якість води за повторюваністю і кратністю забруднення окремими гідрохімічними показниками, виділити пріоритетні забруднювальні речовини [9].

Метод КІЗ передбачає здійснення оцінки комплексності забруднення води в створі за допомогою умовного коефіцієнта комплексності, вираженого відношенням числа забруднювальних речовин, вміст яких перевищує функціонуючі в країні нормативи, до загального числа інгредієнтів, визначених програмою дослідження

$$K = 100 \cdot \frac{n''}{n}, \quad (3.1)$$

де K – умовний коефіцієнт комплексності забруднення, %;

n'' – число інгредієнтів і показників якості води, склад яких перевищує встановлені ГДК;

n – загальне число нормованих інгредієнтів і показників якості води.

Використання методу КІЗ з метою встановлення рівня якості води водних об'єктів передбачає проведення триступеневої класифікації:

за ознаками повторюваності випадків забруднення;

за кратністю перевищення нормативів ГДК;

за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами.

Класифікація [9] за ознаками повторюваності випадків забруднення полягає у встановленні міри стійкості забрудненості за показником

повторюваності випадків перевищення ГДК за певними гідрохімічними інгредієнтами

$$H_i = 100 \cdot \frac{N_{ГДК_i}}{N_i}, \quad (3.2)$$

де H_i – повторюваність випадків перевищення ГДК по i -му інгредієнту, %;

$N_{ГДК_i}$ – число випадків, коли вміст i -го інгредієнта перевищує його ГДК;

N_i – загальне число результатів аналізу по i -му інгредієнту.

При аналізі забрудненості вод за ознаками повторюваності виділяються як якісно помітні такі характеристики забрудненості: «одинична» (до 10% випадків), «нестійка» (10-30% випадків), «стійка» (30-50% випадків), «характерна» (50-100% випадків). Якісним виразам виділених характеристик забрудненості води присвоюються кількісні показники (а, b, с, d) в балах від 1 до 4.

Класифікація [9] за кратністю перевищення нормативів ГДК передбачає встановлення рівня забрудненості за показником кратності перевищення ГДК

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, \quad (3.3)$$

де K_i – кратність перевищення ГДК по i -му інгредієнту;

C_i – концентрація i -го інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/дм³;

$C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація i -го інгредієнта, мг/дм³.

При аналізі загального ступеня забрудненості вод за показником кратності перевищення ГДК за рівнем забрудненості окремими речовинами виділяються як якісно помітні такі характеристики забрудненості: «низька» (до 2 ГДК), «середня» (2-10 ГДК), «висока» (10-50 ГДК), «дуже висока» (>50 ГДК). Якісним виразам виділених характеристик забрудненості води присвоюються кількісні показники (a_1, b_1, c_1, d_1) в балах від 1 до 4.

При поєднанні першого та другого ступенів класифікації води по кожному з гідрохімічних інгредієнтів визначаються узагальнені оцінні бали (S_i), одержані як добуток оцінок (a, b, c, d) та (a_1, b_1, c_1, d_1) за окремими характеристиками. Значення S_i може становити від 1 до 16 – чим більша величина S_i , тим гірша якість води по окремому інгредієнту (табл. 3.1).

Класифікація за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами полягає в узагальненні даних по окремих гідрохімічних показниках.

Для цього обчислюється показник КІЗ (комбінаторний індекс забрудненості) шляхом додавання всіх узагальнених оцінних балів (S_i) по окремих гідрохімічних показниках.

При цьому ті гідрохімічні показники, для яких узагальнений оцінний бал $S_i \geq 11$ вважаються лімітуючими ознаками забруднення (ЛЮЗ), тобто вони виступають найбільшими забруднювальними речовинами і погіршують якість води до категорії «неприпустимо брудна».

Надалі розраховується показник осередненої забрудненості – питомий комбінаторний індекс забруднення (ПКІЗ). За цим показником встановлюється клас і розряд якості води («слабко забруднена», «забруднена», «брудна», «дуже брудна») та здійснюється висновок щодо придатності води для певного виду водокористування (табл. 3.2 – 3.3).

Таблиця 3.1 – Оцінки забрудненості води окремими показниками [9]

№ п/п	Комплексна характеристика стану забрудненості води водотоку	Загальні оцінні бали S_i		Характеристика якості води водотоку
		Виражені умовно	Абсолютні значення	
1	Одинична забрудненість низького рівня	$a \times a_1$	1	Слабо забруднена
2	Одинична забрудненість середнього рівня	$a \times b_1$	2	Забруднена
3	Одинична забрудненість високого рівня	$a \times c_1$	3	Брудна
4	Одинична забрудненість дуже високого рівня	$a \times d_1$	4	Брудна
5	Нестійка забрудненість низького рівня	$b \times a_1$	2	Забруднена
6	Нестійка забрудненість середнього рівня	$b \times b_1$	4	Брудна
7	Нестійка забрудненість високого рівня	$b \times c_1$	6	Дуже брудна
8	Нестійка забрудненість дуже високого рівня	$b \times d_1$	8	Дуже брудна
9	Стійка забрудненість низького рівня	$c \times a_1$	3	Брудна
10	Стійка забрудненість середнього рівня	$c \times b_1$	6	Дуже брудна
11	Стійка забрудненість високого рівня	$c \times c_1$	9	Дуже брудна
12	Стійка забрудненість дуже високого рівня	$c \times d_1$	12	Неприпустимо брудна
13	Характерна забрудненість низького рівня	$d \times a_1$	4	Брудна
14	Характерна забрудненість середнього рівня	$d \times b_1$	8	Дуже брудна
15	Характерна забрудненість високого рівня	$d \times c_1$	12	Неприпустимо брудна
16	Характерна забрудненість дуже високого рівня	$d \times d_1$	16	Неприпустимо брудна

Таблиця 3.2 – Класифікація якості води водостоків за величиною КІЗ [9]

Клас якості вод	Розряд класу якості вод	Характеристика стану забрудненості води	Величина комбінаторного індексу забрудненості (КІЗ)					
			без врахування ЛОЗ	З врахуванням ЛОЗ				
				1 ЛОЗ	2 ЛОЗ	3 ЛОЗ	4 ЛОЗ	5 ЛОЗ
I	—	слабко забруднена	[0;1n]	[0; 0,9n]	[0; 0,8n]	[0;0,7n]	[0;0,6 n]	[0;0,5n]
II	—	забруднена	(1n; 2n]	(0,9n; 1,8n]	(0,8n; 1,6n]	(0,7n; 1,4n]	(0,6n;1,2n]	(0,5n; 1,0n]
III	розряд а)	брудна	(2n; 3n]	(1,8n; 2,7n]	(1,6n; 2,4n]	(1,4n; 2,1n]	(1,2n;1,8n]	(1,0n; 1,5n]
III	розряд б)	брудна	(3n; 4n]	(2,7n; 3,6n]	(2,4n; 3,2n]	(2,1n; 2,8n]	(1,8n;2,4n]	(1,5n; 2,0n]
IV	розряд а)	дуже брудна	(4n; 6n]	(3,6n; 5,4n]	(3,2n; 4,8n]	(2,8n; 4,2n]	(2,4n;3,6n]	(2,0n; 3,0n]
IV	розряд б)	дуже брудна	(6n ; 8n]	(5,4n; 7,2n]	(4,8n; 6,4n]	(4,2n; 5,6n]	(3,6n;4,8n]	(3,0n; 4,0n]
IV	розряд в)	дуже брудна	(8n; 10n]	(7,2n; 9,0n]	(6,4n; 8,0n]	(5,6n; 7,0n]	(4,8n;6,0n]	(4,0n; 5,0n]
IV	розряд г)	Дуже брудна	(10n; 11n]	(9,0n; 9,9n]	(8,0n; 8,8n]	(7,0n; 7,7n]	(6,0n;6,6n]	(5,0n; 5,5n]

Таблиця 3.3 – Вплив забруднення на можливість використання води водотоків [9]

Стан води водотоків	Види водокористування					
	господарсько-питне	рекреація	побутове	рибне господарство	промисловість	зрошення
Слабко забруднена	Придатна з очисткою	Використовується	Придатна	Придатна для деяких видів риб	Придатна для всіх видів	Придатна
Забруднена	Не Придатна	Не придатна	Не придатна	Не придатна	Усладнено	Придатна з обмеженнями
Брудна	Не Придатна	Взагалі непридатна	Не придатна	Не придатна	Можливо для спеціальних цілей після очистки	Ускладнено
Дуже брудна	Не Придатна	Не використовується	Взагалі неможливо	Неможливо	Можливо в окремих випадках	Можливо в окремих випадках

3.2 Аналіз отриманих результатів

За методом КІЗ було здійснено статистичну оцінку якості води р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг, Софіївське водосховище за період 2010 – 2021 рр. за рибогосподарськими нормами ГДК (табл 3.4). Було отримано, що в цілому за цей період з 21 показника для 16 відзначались випадки перевищень ГДК різної інтенсивності, тому показник комплексності забруднення склав 73%.

За окремими показниками рівень забруднення води, згідно отриманих оцінних індивідуальних балів S_i розподілився так:

- за вмістом розчиненого кисню, кальцію, калію, хлоридів, азоту амонійного, нафтопродуктів, СПАР, міді, хрому фіксувалась «одинична забрудненість низького рівня», вода «слабо забруднена»;
- за вмістом азоту нітратного, фосфатів фіксувалась «нестійка забрудненість низького рівня», вода «забруднена»;
- за вмістом магнію, натрію, мінералізації, ХСК, БСК фіксувалась «характерна забрудненість низького рівня», вода «брудна»;
- за вмістом сульфатів, азоту нітритного, заліза, цинку, марганцю фіксувалась «характерна забрудненість середнього рівня», вода «дуже брудна».

В цілому якість води р. Інгул відповідала показнику КІЗ 73 балів, ПКІЗ – 3,48 балів, що з врахуванням відсутності речовин-ЛОЗ вказує на приналежність досліджуваного водного об'єкта до III б класу якості води («брудна») і непридатність її вод для безпечного ведення рибництва. Домінування за ступенем забруднення сульфатів, азоту нітритного, заліза, цинку і марганцю при тому, що по цим речовинам дуже часто повторюваність випадків перевищень ГДК та одночасно невисокий показник середньої кратності перевищень ГДК може вказувати на те, що сам процес забруднення відбувається рівномірно по кратності і постійно по

повторюваності у часі. Можливі джерела надходження сульфатів, заліза, цинку, марганцю – скидні дренажні води з уранової Інгульської шахти. Аналогічні процеси відбуваються в р.Тиса, коли в неї аварійно потрапляють скиди вод з шахт Румунії (Байя Борша). Стосовно високого ступеня забрудненості вод р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг азотом нітритним, то це можна пояснити потраплянням потраплянням у річку стічних вод з боку населених пунктів і агропідприємств, адже більшість офіційних водоскидів відносяться до категорії «неочищені» або «недостатньо очищені». Також другорядною причиною може бути наслідок значного розвитку на водосборі річки сільського господарства – застосуванням добрив, засобів захисту рослин, які періодично змиваються до русла річки з поверхневим і підземним стоком.

Таблиця 3.4 - Оцінка якості води р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг, Софіївське водосховище, 163 км від гирла (2010-2021 рр.) за методом КІЗ за рибогосподарськими нормами ГДК											
n=21; n'=16; K=76,2%; КІЗ=73; ПКІЗ=3,48; клас якості ШБ - "брудна"											
Показник	[O ₂]	[Ca ²⁺]	[Mg ²⁺]	[Na ⁺]	[K ⁺]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl]	ΣM	[NO ₂]	[NO ₃]	[NH ₄ ⁺]
ГДК, мг/дм ³	6	180	40	120	50	100	300	1000	0,02	9,1	0,39
N	145	145	145	144	144	145	145	145	145	145	145
N'	2	0	141	143	0	145	0	142	116	16	1
H _i	1,38	0	97,2	99,3	0	100	0	97,9	80	11	0,7
Оцінні індекси	1	1	4	4	1	4	1	4	4	2	1
K _i	0,53	0,68	1,78	1,9	0,17	5,13	0,53	1,41	2,81	0,46	0,22
Оцінні індекси	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1
Оцінні бали S _i	1	1	4	4	1	8	1	4	8	2	1
Показник	[P _{min}]	[Fe _{зар}]	НП	[ХСК]	[БСК ₅]	СПАР	[Cu]	[Zn]	[Cr(VI)]	[Mn]	
ГДК, мг/дм ³	1	0,05	0,05	20	2,25	0,2	0,01	0,01	0,001	0,01	
N	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	
N'	32	143	2	140	84	0	5	130	0	139	
H _i	22,1	98,6	1,38	96,5	57,9	0	3,44	89,7	0	95,9	
Оцінні індекси	2	4	1	4	4	1	1	4	1	4	
K _i	0,67	3,99	0,15	1,54	1,3	0,19	0,51	3,86	0	4,77	
Оцінні індекси	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	
Оцінні бали S _i	2	8	1	4	4	1	1	8	1	8	

4 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ІНГУЛ

4.1 Опис методики дослідження [9]

Метод екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [9] був розроблений і затверджений в 1998 р. як міжвідомчий керівний документ і мав на меті забезпечити дотримання природоохоронних вимог і встановлення екологічних пріоритетів стосовно поверхневих вод суші та естуаріїв України, а також гармонізувати українське і європейське природоохоронне законодавство і стандартів стосовно водної політики і поліпшення якості поверхневих вод.

Екологічна оцінка якості вод дає інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища людини.

Характеристика якості поверхневих вод дається на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за комплексом гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних та інших показників, котрі відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем.

За методикою, встановлено п'ять класів і сім категорій якості вод.

Виконання екологічної оцінки:

1) групування і обробки вихідних даних в межах трьох блоків (блоку сольового складу, блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блоку показників вмісту і біологічної дії специфічних речовин);

2) визначення класів і категорій якості води за окремими показниками (середні і найгірші значення кожного показника

зіставляються з відповідними критеріями якості води, визначаються категорії якості води за окремими показниками);

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

4) етап визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класів і категорій) для водного об'єкта за певний період спостережень.

Методика екологічної оцінки якості води [37] передбачає розрахунок в межах трьох блоків середніх і найгірших значень для трьох блокових індексів якості води, а саме: для індексу компонентів сольового складу ($I_{1\text{сер}}$, $I_{1\text{макс}}$), для трофо-сапробіологічного індексу ($I_{2\text{сер}}$, $I_{2\text{макс}}$), для індексу показників токсичної і радіаційної дії ($I_{3\text{сер}}$, $I_{3\text{макс}}$). На заключному етапі здійснюється обчислення інтегрального (екологічного) індексу (I_e) за формулою:

$$I_e = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3}, \quad (4.1)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу;

I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

4.2 Аналіз результатів екологічної оцінки якості води річки Інгул за відповідними класифікаціями

Екологічна оцінка якості вод р. Інгул за період 2010-2021 рр. за даними ДАВРУ здійснювалась згідно етапів методики, за середніми і найгіршими значеннями показників в межах відповідних блоків.

Таблиця 4.1 – Середні і найгірші значення показників р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг, 2010-2021 рр., дані ДАВРУ

Показник	Одиниці	2010-2021 рр.	
		сер	найг
Сухий залишок	мг/дм ³	1416	1700
Кальцій	мг/дм ³	122	164
Магній	мг/дм ³	71,2	103
Натрій	мг/дм ³	229	316
Калій	мг/дм ³	8,56	24,6
Гідрокарбонати	мг/дм ³	361	433
Сульфати	мг/дм ³	513	659
Хлориди	мг/дм ³	161	213
Завислі речовини	мг/дм ³	11,5	42
рН	од. рН	8,38	8,96
Амоній сольовий	мг/дм ³	0,09	0,517
Нітрити	мг/дм ³	0,056	0,63
Нітрати	мг/дм ³	4,15	16,3
Фосфати	мг/дм ³	0,67	2,40
Розчинений кисень	мгО ₂ /дм ³	12,3	2,8
% насич. О ₂	%	117	34,2
Перманганатна окислюв.	мг О ₂ /дм ³	10,2	16,4
ХСК	мг О ₂ /дм ³	30,8	52,1
БСК ₅	мг О ₂ /дм ³	2,93	9,42
Кадмій	мг/дм ³	0,00001	0,001
Мідь	мг/дм ³	0,005	0,06
Цинк	мг/дм ³	0,039	0,81
Хром VI	мг/дм ³	0	0
Нікель	мг/дм ³	0,018	0,09
Залізо загальне	мг/дм ³	0,199	1,15
Марганець	мг/дм ³	0,048	0,132
Нафтопродукти	мг/дм ³	0,008	0,133
АПАР	мг/дм ³	0,038	0,093
Стронцій-90	пКі/дм ³	6,18	14,1
Цезій-137	пКі/дм ³	2,02	4,97

Таблиця 4.2 – Узагальнена екологічна оцінка якості вод р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг, 2010-2021 рр., дані ДАВРУ

Екологічна класифікація		2010-2021 рр.	
		сер	найг
Класифікація за мінералізацією	клас	II (солонуваті)	II (солонуваті)
	категорія	3 (β-мезо-галінні)	3 (β-мезо-галінні)
Класифікація за іонним складом	клас	SO4	SO4
	група	Mg	Mg
	тип	III	III
Сольовий блок	I	1	2
	Cl	1	2
	SO4	2	2
	II	1,33	2
Еколого-санітарний блок	ЗР	3	5
	pH	4	7
	NH4	1	5
	NO2	6	6
	NO3	7	7
	Pmin	7	7
	O2 (мг)	1	7
	O2(%)	3	7
	ПО	5	6
	БО	4	6
	БСК5	4	6
	I2	4,09	6,27
Специфічні речовини токсичної дії	Cd	1	5
	Cu	4	7
	Zn	4	7
	Cr	1	1
	Ni	4	6
	Mn	3	5
	Fe	4	6
	н/пр	1	5
СПАР	4	5	

	Sr 90	1	4
	Cs 137	2	3
	I3	2,64	4,91
Інтегральна оцінка	Ie	2,69	4,39
	клас	II (3)	III (4)
	стан	добрі	задовільні
	чистота	досить чисті	слабо забруднені
	Трофність	Мезоевтрофні	Евтрофні
	Сапробність	β' -мезосапробні	β'' -мезосапробні

Отримані результати узагальненої екологічної оцінки якості води р. Інгул за період 2010-2021 рр. (табл. 4.2) свідчать, що за середніми і найгіршими значеннями показників за мінералізацією вода річки належала до солонуватих мезогалінних, за іонним складом мала сульфатний клас, група магнію, III типу. В обох випадках серед блокових індексів найбільше погіршує якість вод індекс еколого-санітарного блоку. Тобто, у воді р. Інгул надто високі концентрації сполук азоту, фосфору, органічної забрудненості, досить нестабільний кисневий режим і рН. За інтегральною оцінкою, за досліджуваний період води р. Інгул в створі смт. Новий Буг по середнім значенням показників набувають II клас, 3 категорія і за станом-чистотою оцінюються як «добрі-досить чисті». За найгіршими значеннями показників ситуація відповідає III класу, 4 категорії і за станом-чистотою води р. Інгул оцінюються як «задовільні-слабо забруднені».

Таблиця 4.3 – Екологічна оцінка якості вод р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг, 2010 – 2021 рр.

рік	Показники	Блокові індекси			Інтегральна екологічна оцінка якісного стану					
		I ₁	I ₂	I ₃	I _e	Клас (категорія)	стан	чистота	трофність	сапробність
2010	сер	1,33	4,09	2,91	2,78	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	1,33	5,45	3,64	3,47	III (4)	задовільні	слабко забруднені	евтрофні	β''-мезосапробні
2011	сер	1,33	4,27	2,91	2,84	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	1,33	5,00	3,64	3,32	III (4)	задовільні	слабко забруднені	евтрофні	β''-мезосапробні
2012	сер	1,33	4,00	2,91	2,75	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	1,33	5,27	3,82	3,47	III (4)	задовільні	слабко забруднені	евтрофні	β''-мезосапробні
2013	сер	1,33	4,09	2,82	2,75	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	1,33	4,82	3,36	3,17	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
2014	сер	1,33	3,82	2,73	2,63	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	2,00	4,55	3,27	3,27	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
2015	сер	1,33	4,00	2,82	2,72	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	2,00	4,73	3,09	3,27	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
2016	сер	1,33	4,18	2,73	2,75	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	2,00	5,36	3,09	3,48	III (4)	задовільні	слабко забруднені	евтрофні	β''-мезосапробні
2017	сер	1,33	4,09	2,64	2,69	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	2,00	4,91	3,55	3,48	III (4)	задовільні	слабко забруднені	евтрофні	β''-мезосапробні
2018	сер	1,67	4,27	2,82	2,92	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	1,67	5,64	3,27	3,53	III (4)	задовільні	слабко забруднені	евтрофні	β''-мезосапробні
2019	сер	1,67	4,09	2,82	2,86	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	2,00	5,09	3,36	3,48	III (4)	задовільні	слабко забруднені	евтрофні	β''-мезосапробні
2020	сер	1,67	4,18	2,73	2,86	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	2,00	5,82	3,36	3,73	III (4)	задовільні	слабко забруднені	евтрофні	β''-мезосапробні
2021	сер	1,67	4,00	2,82	2,83	II (3)	добрі	досить чисті	мезоевтрофні	β'-мезосапробні
	найг	1,67	5,64	3,09	3,46	III (4)	задовільні	слабко забруднені	евтрофні	β''-мезосапробні

Якщо подивитись на результати по окремим рокам (табл. 4.3), то видно, що ситуація неоднорідна: в окремі роки якість вод може належати до різних класів, серед блокових індексів лідирує І2 (блок еколого-санітарних показників).

Щодо хронологічних тенденцій зміни екологічних індексів, на рисунку 4.1 можна побачити, що динаміка індексів по середнім і максимальним значенням показників в цілому синхронна без вираженої тенденції.

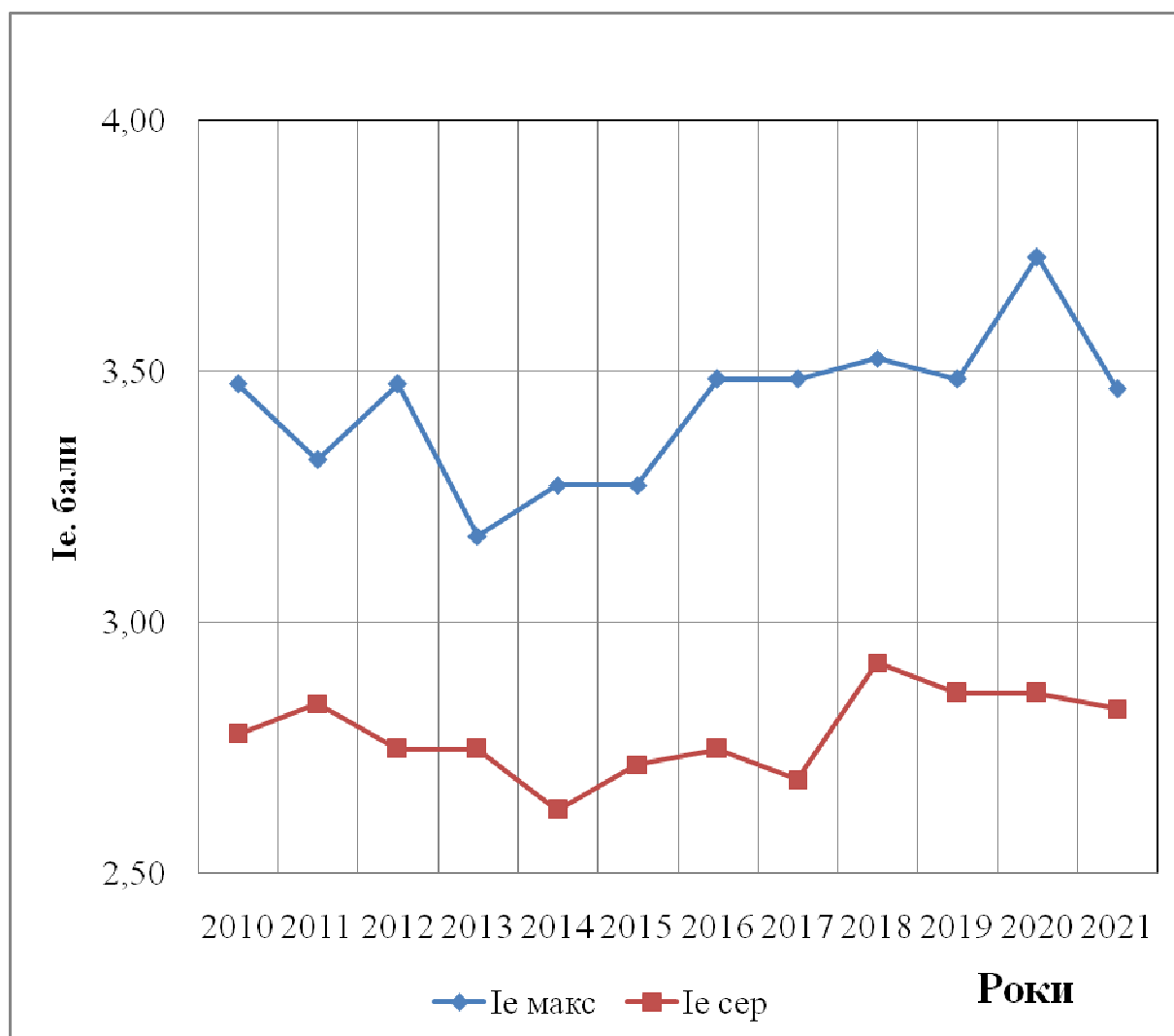


Рис. 4.1 – Хронологічний графік зміни інтегральних екологічних індексів якості води р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за даними ДАВРУ в 2010-2021 рр.

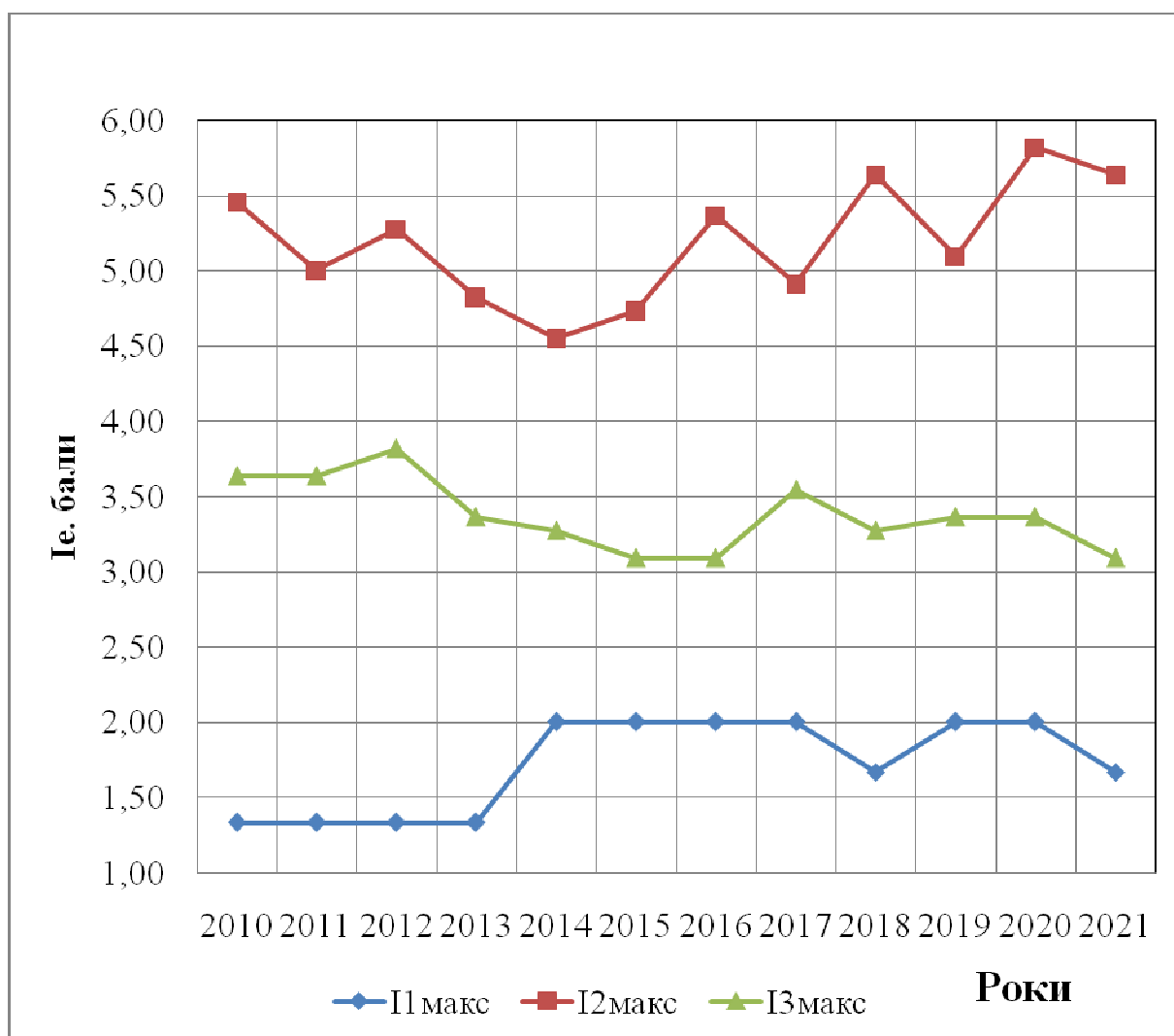


Рис. 4.2 – Хронологічний графік зміни блокових екологічних індексів якості вод р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за даними ДАВРУ в 2010-2021 рр. (найгірші значення показників)

Стосовно блокових екологічних індексів за найгіршими показниками (рис 4.2) - з 2013 р. відмічаємо зростання значень індексу сольового блоку I_1 і еколого-санітарного індексу I_2 . Тобто, в критичні періоди щороку відбувається тенденція до збільшення мінералізації, сульфатів-хлоридів, біогенних сполук і органічного забруднення.

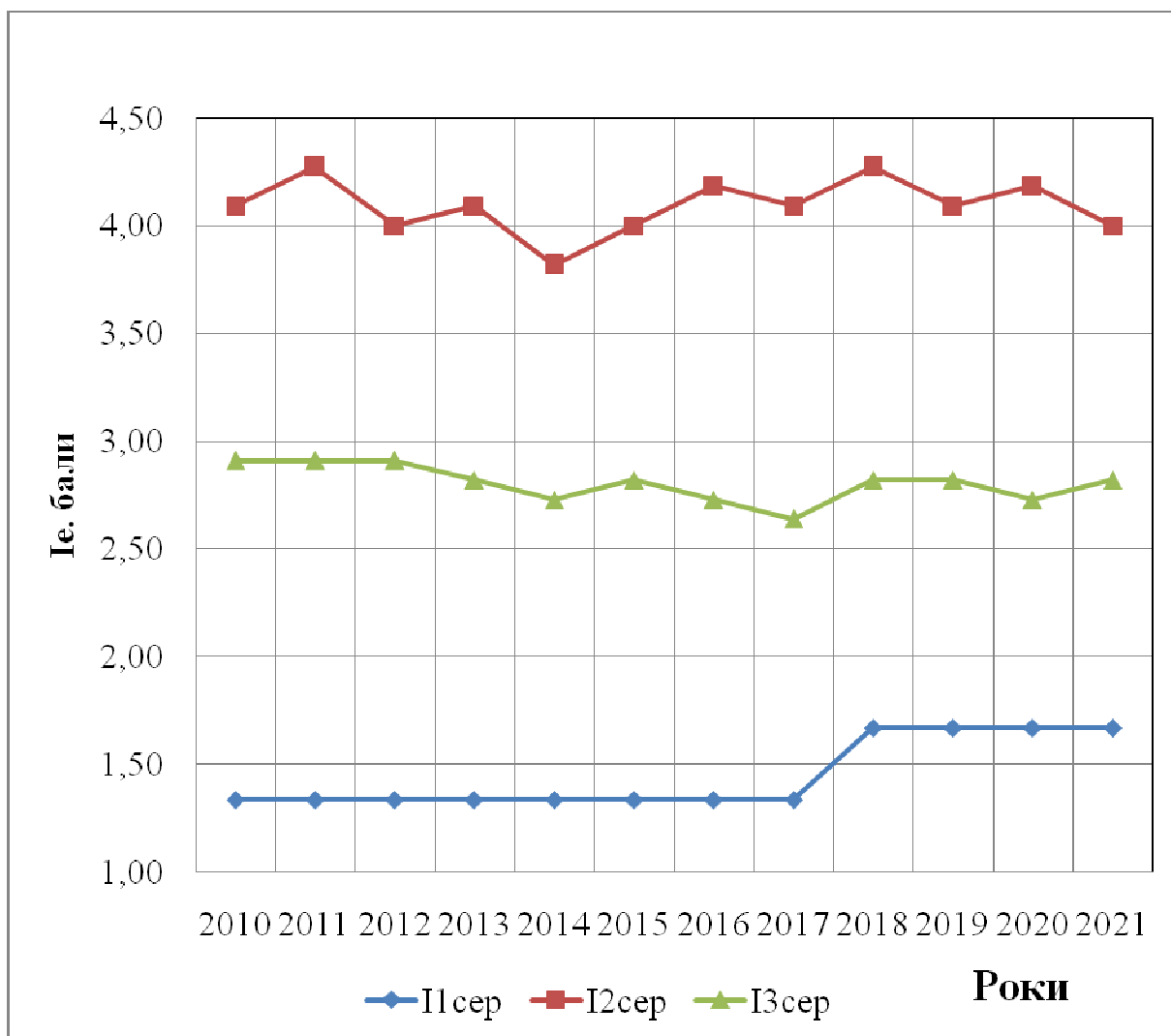


Рис. 4.3 – Хронологічний графік зміни блокових екологічних індексів якості вод р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за даними ДАВРУ в 2010-2021 рр. (середні значення показників)

Якщо говорити в цілому, то по середнім значенням блокових індексів (рис. 4.3) екологічний стан р. Інгул не демонструє чітких тенденцій до змін, лише від 2018 р. трохи зросли значення сольового блоку.

Таким чином, сучасний гідроекологічний стан р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг, Софіївське водосховище можна оцінити як незадовільний. Проблемою є високий вміст у воді біогенних речовин, органічного забруднення і зростанні мінералізації води. Причини цих

проблем очевидні – річка Інгул самотійно не в змозі впоратись з сучасним рівнем антропогенного впливу на неї. Маємо надію, що із поступовим впровадженням басейнового принципу управління водними ресурсами, що зараз відбувається в Україні, з часом будуть знайдені оптимальні рішення, що дозволять поліпшити ситуацію.

ВИСНОВКИ

В роботі було досліджено якість вод р. Інгул – с.Софіївка, питний водозабір смт.Новий Буг за даними спостережень Державного водного агентства України, Софіївське водосховище в період 2010-2021 рр.

За рибогосподарськими нормами по методу КІЗ якість вод р.Інгул відповідала III б класу («брудна»), тобто непридатна для безпечного ведення рибництва. За ступенем забруднення домінували сульфати, азот нітритний, залізо, цинк, марганець.

За середніми і найгіршими значеннями показників вода річки належала до солонуватих мезогалінних, за іонним складом мала сульфатний клас, група магнію, III типу. В обох випадках серед блокових індексів найбільше погіршує якість вод індекс еколого-санітарного блоку. Тобто, у воді р. Інгул надто високі концентрації сполук азоту, фосфору, органічної забрудненості, досить нестабільний кисневий режим і рН.

За інтегральною екологічною оцінкою води р. Інгул по середнім значенням показників набувають II клас, 3 категорія і за станом-чистотою оцінюються як «добрі-досить чисті». За найгіршими значеннями показників ситуація відповідає III класу, 4 категорії і за станом-чистотою води р. Інгул оцінюються як «задовільні-слабо забруднені». Таким чином, сучасний гідроекологічний стан р. Інгул можна оцінити як незадовільний. Проблемою є високий вміст у воді біогенних речовин, органічного забруднення і зростанні мінералізації води. Причини цих проблем очевидні – річка Інгул самотійно не в змозі впоратись з сучасним рівнем антропогенного впливу на неї. Маємо надію, що із поступовим впровадженням басейнового принципу управління водними ресурсами, що зараз відбувається в Україні, з часом будуть знайдені оптимальні рішення, що дозволять поліпшити ситуацію.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описания рек и озер и расчеты основных характеристик их режима. Т.6. Украина и Молдавия. – Вып.1. Западная Украина и Молдавия (без бассейна р. Днестра) /под ред. М.С.Каганера. – Л.: Гидрометиздат, 1978. 490 с.

2. Екологічний атлас басейну річки Південний Буг / Басейн. упр. водними ресурсами річки Південний Буг, Чорномор. прогр. Ветландс Інтернешнл; [підгот.: В. Б. Мокін, Є. М. Крижановський ; ред.: Ю. С. Гавриков, Г. Б. Марушевський]. – Вінниця: [б.в.], 2009. – 19 с. : карти.

3. Інформація про р. Інгул. Режим доступу:

[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%BB](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5)

4. Інформація про Софіївське водосховище. Режим доступу:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%84%D1%96%D1%97%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5

5. Інформація про Інгульську уранову шахту. Режим доступу:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D1%88%D0%B0%D1%85%D1%82%D0%B0

6. Гончар О.М., Горшеніна Л.В. Оцінка залежностей між гідрохімічними показниками з використанням кореляційного аналізу (на прикладі басейну Дністра)// Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – Т.13. – С. 152-158.

7. Ігошин М.І. Математичні методи і моделювання у фізичній географії: Підручник, Практикум. – Одеса: Астропринт, 2005. – 464 с.

8. Тарасова В.В. Екологічна статистика: Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.

9. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с.

10. Janauer G. A. Ecohydrology: fusing concept sand scales // Ecol. Eng. – 2000. – 16, N 1. – P. 9 – 16.

11. Sileika A.S. Analysis of variation in nitrogen and phosphorus concentration in the Nemunas river / Sileika A.S. S.Kyrta. K. Gaigalis, L.Berankiene, A.Smitiene // Water management Engineering. Vilniaus.-2005. – Vol.2(5). – P.15-24.