МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Гідрохімічний режим та якість води річки Інгулець

Виконав студент 3 року навчання
групи МСГ-23б
спеціальності 103 Науки про Землю
Ісичко Ігор Валерійович

Керівник канд. геогр. наук, доцент
Кічук Наталія Сергіївна

Рецензент канд. геогр. наук, доцент
Вольвач Оксана Василівна

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____Гідрометеорологічний інститут_____
Кафедра _____Гідрології суші_____
Рівень вищої освіти _бакалавр_____
Спеціальність _____103 Науки про Землю_____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри гідрології суші
_____ д-р геогр. наук., проф. Шакірзанова Ж.Р.
"26" __квітня___2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____Ісичко Ігорю Валерійовичу_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи__ Гідрохімічний режим та якість води річки Інгулець _____
_____
керівник роботи Кічук Наталія Сергіївна, канд. геогр. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від "07" грудня 2018 року №343-С
2. Строк подання студентом роботи__17.05.2019 р._____ _____
3. Вихідні дані до роботи__ Матеріали спостережень за хімічним складом води у пунктах моніторингу гідрометеорологічної служби України (на теперішній час Державної служби надзвичайних ситуацій України) за період 1990-2015 рр _____
_4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)_____
__1. Коротка фізико-географічна характеристика району дослідження.
2. Особливості водного та гідрохімічного режимів водних об'єктів.
3. Теоретична та методична основа методів оцінки якості води
4. Оцінка якості води за індексом забруднення води (ІЗВ) та ІЗВ модифікованим, коефіцієнтом забруднення (КЗ).
5. Порівняння оцінки якості води за різними методиками _____
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
__Карто – схеми: фізико - географічного положення, розташування пунктів моніторингу. Графічні побудови: динаміка хімічного складу води в різних пунктах за досліджуваний період, зміни показників ІЗВ та ІЗВ модифікованого за досліджуваний період._____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання___26.04.2019 р._____ _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Збір вихідної інформації. Вступ.	29.04-03.05.2019	**92**	**відмінно**
2	Фізико-географічний огляд досліджуваної території	4.05 7.05.2019	**95**	**відмінно**
3	Гідрохімічна характеристика досліджуваних водних об'єктів	8.05 10.05.2019	**90**	**відмінно**
4	Теоретичні та методичні основи методів оцінки якості води	11.05 12.05.2019	**93**	**відмінно**
	Рубіжна атестація	**13.05-19.05.2019**		
5	Дослідження якості поверхневих вод за методикою ІЗВ та ІЗВ модифікованого для рибогосподарського використання.	12.05 14.05 2019	**90**	**відмінно**
6	Порівняння оцінки якості води за різними методиками	14.05 15.05 2019	**93**	**відмінно**
	Оформлення роботи	16.05-17.05.2019		
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	20.05-23.05.2019		
	Підготовка доповіді, презентації	23.05-02.06.2019		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		**91**	**відмінно**

Студент _____ **Ісичко І.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Кічук Н.С. -**
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ……. 5

1. Загальна характеристика басейну річки Інгулець…… 6

1.1 Рельєф та геоморфологічні умови…… 6

1.2 Грунтовий покрив і рослинність……. 11

1.3 Особливості кліматичних умов……12

1.4 Гідрогеологічні особливості…… 15

1.5 Характеристики господарської діяльності…… 19

2. Гідрохімічний режим р. Інгулець……. 25

2.1 Вихідні дані щодо вивчення хімічного складу води……. 26

2.2 Мінералізація і основні іони…… 27

2.3 Кисневий режим……...…… 37

2.4 Вміст у воді біогенних елементів…… 38

2.5 Вміст у воді забруднюючих речовин…….. 40

3 Дослідження якості поверхневих вод р. Інгулець…… 46

3.1 Гідрохімічний індекс забруднення води……. 46

3.2 Оцінка якості води за ІЗВ та ІЗВ модифіковане……. 47

3.3 Методика оцінки якості води за коефіцієнтом забруднення (КЗ)…… 52

3.4 Оцінка якості води за коефіцієнтом забруднення (КЗ)…… 54

3.5 Порівняння оцінок якості води за різними методиками…… 57

Висновки…….... 60

Перелік посилань…….……. 62

Додатки А,Б… …….. 64

ВСТУП

Україна відноситься до країн, мало забезпечених водними ресурсами. Найбільш гостро дефіцит водних ресурсів відчувається в посушливих регіонах (степова зона). Крім того, за останні десятиліття в державі спостерігається погіршення якості поверхневих вод, що в окремих регіонах досягає критичного рівня. Тому в сучасних умовах забезпечення різних галузей економіки водними ресурсами необхідної кількості і відповідної якості — першочергове завдання водного господарства.

Річка Інгулець та її притоки є основним джерелом, що живить схід Кіровоградської та захід Дніпропетровської області, південно-східні райони Миколаївської та частину Херсонської області і відіграє важливу роль для господарськопитних та сільськогосподарських потреб, промисловості тощо.

Невелика за водністю та площею басейну річка Інгулець, є дуже важливою для економіки нашої держави, адже саме на ній знаходиться величезний промисловий, гірничо-металургійний комплекс – м. Кривий Ріг. На сьогодні через значну кількість підприємств Кривбасу і Дніпровського буровугільного басейну (в тому числі і екологічно небезпечних), високий рівень урбанізації басейну річки, використання вод Інгулецькою зрошувальною системою, а також внаслідок особливостей її фізико-географічних умов значно погіршилася якість води.

Саме тому вивчення гідрохімічного режиму та якості поверхневих вод басейну р. Інгулець може слугувати основою для прийняття низки управлінських рішень в сфері територіальної екології, охорони здоров’я населення, стратегічних питань та проблем соціально-економічного розвитку регіону.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ

1.1 Рельєф та геоморфологічні умови

Інгуле́ць (Малий Інгул) — річка на півдні України, права притока Дніпра (басейн Чорного моря). Греки дали їй назву Герос. Інгулець (Малий Інгул) – одна з річок, що займає місце в десятці найбільших в Україні. Вона протікає по південній території країни і є правою притокою Дніпра. Свій початок річка Інгулець бере з заболоченої території, розташованої біля села Топило (Знам'янський район Кіровоградської області). Це досить велика річка: довжина її русла складає 549 кілометрів; її площа також значна – 13,7 тисяч км^2; швидкість руху води на плесах – близько 0,5 м / сек. Висота гирла Інгулець становить 0,1 метрів над рівнем моря, її падіння – 175 метрів, а ухил дорівнює 0,32 м / км. Ширина річки в районі гирла може досягати понад 100 метрів. Глибина Інгульця коливається від 1,7 метра до 5 метрів. рис. 1.1

Річкова мережа басейну складається з р. Інгулець, 43 річок довжиною понад 10 км (кожна), 142 річок меншої довжини, а також великої кількості балок, які не мають постійного стоку води [1-3]. Річка Інгулець та її притоки утворились у льодовиковий період, внаслідок активного танення льоду, що надійшов з північного сходу до Придніпровської височини.

Сумарна довжина малих річок складає 1992 км, з них довжиною менше 10 км - 879 км. Річкова мережа добре розвинена у верхній частині басейну, де знаходяться майже всі основні притоки. Саме у верхів'ї формується 80% сумарного стоку річки. Середня густота річкової мережі в досліджуваному басейні становить 0,18 км/км^2, рис. 1.1

В гідрографічному відношенні р. Інгулець належить до басейну Дніпра і є його найнижчою правою притокою 1-го порядку.

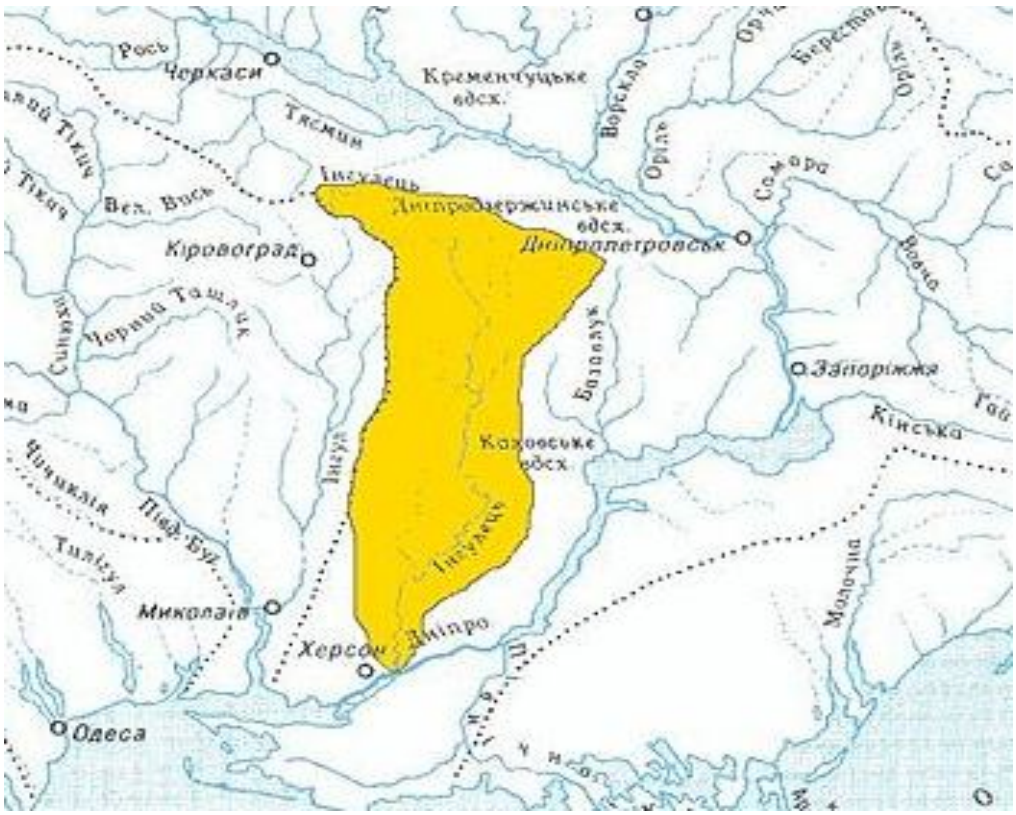

Рисунок 1.1 Карта-схема р. Інгулець

Вже декілька століть велике число істориків намагаються розгадати: звідки річка взяла таку назву. Деякі історики мають думку, що ім’я річки «Інгулець» має тюркське походження і означає «тиха», «лінива» або «широка».

Річка Інгулець має широке русло у верхній течії, в середній і нижній – доволі вузьке і досить звивисте. Річка протікає спочатку по Придніпровській височині, а потім – по Придніпровській низовині. Гирло річки має кілька болотистих плес і невеликих озер. Ці водні об’єкти поєднуються між собою завдяки рясним дощам влітку і таненню снігових заметів, що тануть навесні.. Малий Інгул впадає в Дніпро у вигляді невеликої кількості рукавів.

Береги річки мають скелясту структуру, для них характерні густі зарості очерету. Сама річка має досить значну кількість різних між собою перекатів, які являються порогами. При цьому Інгулець примудряється бути

судноплавною рікою протягом більш, ніж 100 кілометрів від гирла – до селища міського типу Калінінське. Далі за течією річка звужується, а в районі міста Кривого Рогу русло стає дуже вузьким, її ширина дорівнює не більше 40 метрів, глибина в цих місцях становить майже 2 метри. Льодостав на річці тримається досить довго. Інгулець замерзає десь в середині грудня і звільняється від льоду не раніше другої половини березня.

Протягом усієї своєї довжини річка має велику кількість як малих, так і великих приток, праві – Бешка, Велика Верблюжка, Бічна, Велика Найдьонова, Висунь, ліві – Березівка, Березовець, Кам'янка, Вовнянка, Березнегова, Велика Водяна, Зелена, Жовта, Саксагань, Велика Грушувато, Велика Кобильна. Притоки вказані в порядку від витока ріки до її гирла.

В свою чергу Малий Інгул також може похвалитися значною кількістю приток. З лівих приток найбільшими є – Кам'янка, Березівка, Вовнянка, Березнегова, Саксагань, Жовта, Велика Кобильне, Зелена, Велика Грушувато, найбільші праві притоки – Велика Водянка, Велика Верблюжка, Бічна, Висунь, Велика Найдьонова.

На верхній території річки Інгулець побудовані Карачуновське і Іскрівське водосховища. Їх сумарна площа – близько 4 тисяч гектарів. Вони розташовані в районі міста Кривий Ріг. На річці побудовані ГЕС неподалік міста Велика Олександрівка, також насипні дамби, а в районі населених пунктів Мала Олександрівка і Заградівка розташовані гідрологічні пости.

Подовжній профіль річки Інгулець проходить по Причорноморській западині і Українському кристалічному щиту. За специфікою своєї форми він ділиться на три ділянки – увігнуте русло, з максимумом угнутості у с. Олександрії; опукле русло, з максимумом опуклості в гирлі р. Жовта і слабоувігнуте русло в районі нижче м. Кривий Ріг, що в свою чергу може характеризуватися відносно плавним зменшенням ухилів від 19,7 до 1,3 см/км. Характер профілю в основному узгоджується з гіпсометрією поверхні кристалічних порід. Лозоватській і Криворізькій деформації характерне підвищення залягання кристалічних порід. На території Причорноморської

западини повздовжній профіль Інгульця має плавноувігнуту будову. Залягання алювія в самому гирлі річки свідчить про прояв тут молодих опускань, особливо на глибині до 15 м нижче рівня моря.

Якщо подивитися на фізико-географічне районування України [1, 2], то можна побачити, що територія басейну р. Інгулець розташована в межах двох фізико-географічних зон: північна частина басейну, яка розташована в лісостеповій зоні та уся інша територія знаходиться в степовій (рис. 1.2, табл. 1.1).

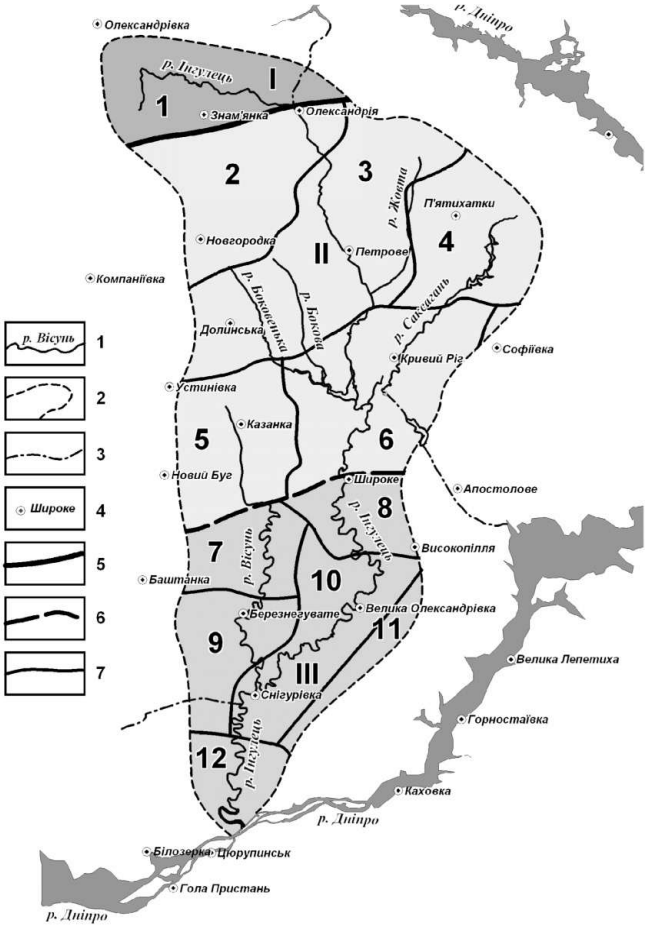

Рисунок 1.2 Схема фізико-географічного районування басейну р. Інгулець [3]
1- річка та її назва; 2 - межі водозбору; 3 - канали; 4 - населений пункт; 5 - межі фізико-географічних зон; 6 - межі фізико-географічних областей; 7 - межі фізико- географічних районів

Таблиця 1.1 Фізико-географічне районування басейну р. Інгульця

Природна зона	Підзона	№ фізико-географічної області	Фізико-географічна область	№ фізико-географічного району	Фізико-географічний район
Лісостепова		I	Південна степова область Придніпровської височини	1	Кремгесовський (Тясминсько-Тнгулецький)
Степова	Північна степова	II	Степова область південних відрогів Придніпровської височини	2	Кіровоградський
				3	Долинсько-Петрівський
				4	П'ятихатський
				5	Новобузький
				6	Інгулецько-Саксаганський
	Південна степова	III	Бузько-Дніпровська степова область Причорноморської низовини	7	Баштанський
				8	Високопільсько-Апостоловський
				9	Снігурівський
				10	Висунь-Інгулецький
				11	Інгулецько-Дніпровський
				12	Нижньоінгулецько-Дніпровський

Долина річки Інгулець, що дислокується на території Українського кристалічного щита відзначається наявністю звужених та каньйоноподібних ділянок із значною глибиною врізу, поширенням кристалічних порід та денудаційних форм рельєфу. На ділянці перехідної зони Українського кристалічного щита до Причорноморській впадини, глибина врізу долини Інгульця значно зменшується, а ширина в свою чергу повільно збільшується вниз за течією.

Відповідно до геологічних карт на території досліджень найбільш поширені породи полтавської світи у південній ділянці басейну та понтичного ярусу середнього міоцену у середній та нижній ділянці .

1.2 Грунтовий покрив і рослинність

Більша частина басейну Інгульця складається з південних чорноземів та еродованих звичайних, і звичайно ж з темно-каштанових грунтів які займають десь 90 відсотків території. Вони відносяться до порівняно знижених, рівних ділянок. Для будови чорноземів даної території характерна досить невелика потужність гумусових горизонтів (до 50 сантиметрів). Характерними рисами для них є біль-менш світле забарвлення і мало виражена грудкувато-зерниста структура. Біля 10 відсотків площі басейну складається з долинної заплавної місцевості з лугово-чорноземними ґрунтами, які відносяться до солончакуватих, а також з надзаплавно-терасових піщано-степових й надзаплавно-терасових лесово-степових місцевостей

Засолені луги можна зустріти в заплавах Вовчої, Самари і Інгульця і відносяться вони до солонцюватих грунтів. Вони сформовані угрупуваннями вівсяниці східної, пирію повзучого, конюшини суничної, блощичника широколистого, солончакової айстри, безкильниці ложнозвернутої.

Заплавні луги можна зустріти в заплавах Самари, Інгульця і Дніпра. Вони займають десь 30% площі в районі заплави Дніпра. У районах заплав Самари і Інгульця більша частина їх розорана. Представлені вони класами формацій остепнених, справжніх, болотистих і засолених луків.

Остепнені луки зустрічаються досить рідко і приурочені до найбільш підвищених ділянок заплави. Вони зазвичай складаються з угрупувань тонконогу вузьколистного, вівсяниці борознистої, свинороя пальчатого і польовиці Сирейщикова.

Справжні луги найширше представлені в поймі Дніпра, де займають 10 відсотків площі. У заплаві Інгульця їх набагато менше. Утворені вони угрупуваннями війника наземного, пирію повзучого, зубрівки запашної, вогнища безостого, польовиці білої, лисохвоста лугового, молочаю болотяного, дербенника та ін.

Рослинність території басейну р. Інгулець має свої характерні риси, які в свою чергу пов’язані з ґрунтовим покривом: галофітна рослинність, рослинність дніпровських пісків, заплавна лугова рослинність. Типова степова рослинність зустрічається інколи на схилах балок і річкових терас. Деякі території, що використовується для господарських потреб, засаджені сільськогосподарськими культурами.

1.3 Особливості кліматичних умов

Клімат басейну р. Інгулець сформований під впливом різноманітного комплексу загальних і місцевих кліматоутворюючих факторів: сонячної радіації, впливу поверхні землі, циркуляції повітря.

На утворення радіаційного режиму території басейна річки значний вплив мають антропогенні фактори, особливо ті, що пов'язані зі значною кількістю пилу в атмосфері, яка спричинена діяльністю промисловості Криворізької індустріальної зони. Побудовані поряд з містом водосховища викликають створення місцевих характерних рис циркуляції водяної пари.

Клімат басейну р. Інгулець відноситься до помірного клімату з добре вираженими порами року. В період року з низкими температурами над територією досліджень досить часто дислокується центр області підвищеного тиску. На цій ділянці має перевагу морозна погода з малою кількістю хмар, яка сприяє інтенсивному радіаційному вихолоджуванню повітря, що в свою чергу викликає пониження температури[1-3].

Період зими можна охарактеризувати доволі частими відлигами, які викликані впливом циклонів з Атлантики, Чорного та Середземного морів. У значній кількості випадків у цей період майже повністю сходить сніговий покрив. Температура повітря зростає. Проходження північно-західних та західних циклонів так само супроводжується нетривалими потеплліннями, посиленими снігопадами, потужними вітрами та завірюхами[1,3].

В період року з високими темературами значно підвищена роль радіаційного чинника та безпосереднього впливу поверхні землі. Циркуляція повітря іде на спад із зменшенням контрастів температур між морем та суходолом.

За умовами циркуляції початок теплого періоду зумовлений з послабленням північно-східного та східного впливу. Це в свою чергу пояснює повернення холоду навесні, при якому можна спостерігати чітко виражене похолодання та заморозки. Влітку вагомий вплив арктичного повітря майже цілком припиняється.

Найхолоднішим місяцем року вважається січень (з середньою температурою -4,3 °С), найтеплішим місяцем - липень (середня температура 21,1 °С). Середня багаторічна температура повітря дорівнює 8,7 °С[1,3].

Опади для території басейну Інгульця головним чином пов'язані з діяльністю циклонів, менший вплив мають процеси внутрішньомасової конвекції. На протязі усього року може випадати близько 450 мм опадів. Переважна більшість опадів випадає в червні-серпні з максимумом у червні, найменшу кількість опадів можна спостерігати у лютому-березні та вересні-жовтні[1,3].

Між етапами випадання опадів в теплу пору року досить часто можна спостерігати довготривалі періоди без дощів (до 30 днів та більше).

Згідно даним багаторічних спостережень за рік переважають північний та північно-східний вітри, також велика кількість випадків східного та північно-західного вітру. В холодний період року мають перевагу північно-східні вітри та східні вітри, в теплий період - північні та північно-західні. Середня за рік швидкість вітру становить 5 м/с. Максимальні швидкості можна спостерігати у зимові місяці та весняний період, мінімальні - влітку та у першій половині осені. Протягом доби найбільша швидкість вітру спостерігається вдень, найменша - вночі. Середня річна кількість днів з сильним вітром(більше 15 м/с) коливається від 28 до 30 днів. Більшість днів

з сильним вітром можна спостерігати у кінці весни та в місяці осіннього періоду (у середньому по 3-5 днів) [1,3].

Загальне випаровування з поверхні землі взимку змінюється не сильно і складає десь 19 мм. Найменші значення випаровування спостерігаються в грудні (2 мм). Навесні загальне випаровування помітно зростає (168 мм). Найменше випаровування в березні дорівнює 36 мм, а в травні - вже 76 мм. Літній період відзначається найбільшим випаровуванням: від 82 мм у червні до 61 мм - у серпні. Продовж осіннього періоду випаровування може зменшуватися від 47 мм до 9 мм (у вересні та листопаді відповідно). Сумарне випаровування за період усього року на досліджуванній території складає в середньому 490 мм[1,3].

Головні середньомісячні та річні метеорологічні характеристики території басейну р. Інгулець, що знімалися на метеорологічній станції м. Кривий Ріг наведені в табл.1.2

Продовж періоду року з низькими температурами, коли тривалість дня досить коротка та висота сонця над горизонтом доволі мала і часто спостерігається погода з хмарним небом, значення сумарної сонячної радіації відповідно невеликі. В цей відрізок часу головним фактором формування клімату стає циркуляція атмосфери, внаслідок чого трапляється досить часта зміна повітряних мас різного типу.

Таблиця1.2 Основні середні місячні та річні метеорологічні характеристики басейну р. Інгулець по метеорологічній станції м. Кривий Ріг

Характе-ристики	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура повітря (°С)	4,3	-3,7	0,9	9,4	15,8	19,7	21,1	20,8	15,	8,8	2,2	-1,8	8,7
Кількість опадів (мм)	34	28	27	37	39	64	48	40	32	29	36	38	447
Швидкість вітру (м/с)	5,6	5,9	5,8	5,3	5,0	4,4	4,1	4,1	4,2	4,6	5,2	5,6	5,0

1.4 Гідрогеологічні особливості

За характером гідрогеологічних умов площа басейну р. Інгулець пролягає на території двох великих структурно-гідрогеологічних площ: північна частина її відноситься до гідрогеологічної ділянки Українського щита, південна - до гідрогеологічної ділянки північного схилу Причорноморського артезіанського басейну. Для гідрогеологічної провінції Українського кристалічного щита властиві підвищення потужності і обводнення водоносних горизонтів осадового чохла, а також вони відіграють велику роль у водопостачанні. На території Українського кристалічного щита використовують підземні води кристалічних порід для потреб водопостачання[1,3].

У межах басейну р. Інгулець зустрічаються водоносні горизонти, які відносяться до: відкладів верхнього еоцену й олігоцену, тріщинуватих кристалічних порід докембрію, відкладів бучацької серії і товщі вуглистих пісків та четвертинних утворень, відкладів міоцену. Поповнення цих водоносних горизонтів здійснюється шляхом інфільтрації атмосферних опадів та припливу напірних тріщинних вод.

Водоносний горизонт у тріщинуватих кристалічних породах докембрію поширений на території гідро-геологічної провінції Українського кристалічного щита. Води в основному напірні і мають відношення до тектонічних порушень у кристалічних породах і до верхньої тріщинуватої зони, де вони формують цілісну гідравлічну систему.

Глибина залягання вод може змінюватися в межах від пари метрів до 110-115 метрів, а в породах криворізької серії - до 250 м. Дебіт свердловин тріщинних вод коливається від 0,002 до 4,7 дм^3/с. Найбільше позповсюдження мають сульфатні, сульфатно-гідрокарбонатні,

гідрокабонатно-сульфатні прісні та слабосолонуваті води з мінералізацією від 0,6-1,0 до 2,5-5,1 г/дм^3 [1,3].

Тріщинуватій зоні в породах криворізької серії характерна досить висока водонасиченість, але велика мінералізація вод (3-150 г/дм^3), обмежує їх застусування для потреб водопостачання. Режим вод порід криворізької серії має ряд порушень, які зв’язані з дослідно-виробничим водопониженням та шахтним водовідливом. Завдяки цьому техногенному втручанню з'явилася депресійна лійка, в центрі якої рівень підземних вод понизився до глибин 720-1200 м, а на крилах (у зоні гірничих виробок) - до 450-600 м.

Водоносний горизонт у відкладах бучацької серії та товщі вуглистих глин і пісків має форму островів і розташований безпосередньо на кристалічних породах. Різнозернисті та гравелисті піски, що в свою чергу відносяться до водоносних, находяться у нижній частині розрізу бучацької серії або товщі вуглистих глин та пісків.

Водонепроникним шаром є первинні або вторинні каоліни. Потужність водоносного горизонту може коливатися від 1 до 15 метрів, глибина залягання може змінюватися в межах від 7 до 80 метрів. Ці води відносяться до напірних, висота напору складає від 4 до 32 метрів. Коефіцієнти фільтрації пісків дорівнюють 0,06-27 м/добу, дебіт свердловин коливається від 0,01 до 3,8 дм^3/с, питомий дебіт визначається в межах 0,002-1,0 дм^3/с.

Можна сказати, що за хімічним складом підземні води дуже багаті та різноманітні. На території гідрогеологічної провінції Українського щита найбільш розповсюджені гідрокарбонатно-сульфатні і сульфатно-гідрокарбонатні води, що мають змішаний катіонний склад, в гідрогеологічній провінції північного схилу Причорноморського артезіанського басейну - сульфатно-хлоридні, хлоридно-сульфатні, натрій-кальцієві. Води в своїй більшості відносяться до жорстких й дуже жорстких, а їх мінералізація може коливатися від 0,4 до 3 г/дм^3. Завдяки досить малій площі його розвитку, цей водоносний горизонт не має практичного значення для потреб водопостачання[1,3].

Водоносний горизонт у відкладах верхнього еоцену та олігоцену має досить невелике площинне розповсюдження. В ньому присутні водовмісні породи, такі як піски з прошарками і лінзи пісковиків та пухких мергелів. Водонепроникним екраном є найчастіше глини, трохи рідше буре вугілля.

На ділянках, де водоносні піски і алеврити верхнього еоцену та олігоцену лежать на пісках бучацької серії, формується змішаний водоносний горизонт. Ті місця, де піски верхнього еоцену та олігоцену перекриті пісками і вапняками міоцену, також звязані з горизонтами, що розташовані вище. Води горизонту в своїй більшості безнапірні та іноді можуть бути напірними, внаслідок наявності в покрівлі водонепроникних відкладів . Дебіти свердловин можуть змінюватися в середньому від 0,017 до 2,2 дм^3/с.

За хімічним складом мають більше розповсюдження гідрокарбонатно-сульфатні кальцієво-магнієві та сульфатно-карбонатні натрієво-магнієві води, мінералізація яких складає 0,5-1,4 г/дм^3. Цей горизонт використовується в основному для водопостачання малих підприємств та невеликих населених пунктів.

Водоносний горизонт, що знаходиться у відкладах міоцену має велике площинне розповсюдження в обох гідрогеологічних провінціях.В місцях, що контактують з долинами річок, цей горизонт дренується. Водовмісними є піски новопетрівської світи, а також піски та вапняки сарматського і понтичного ярусів. Міоценовий водоносний горизонт не має звязку з горизонтом четвертинних відкладів, тому що він відокремлений від нього шаром, що складається з водонепроникних строкатих та червоно-бурих глин. Потужність цього горизонту зростає з півночі на південь і коливається в межах від 1,8 до 30 м. Глибина залягання покрівлі змінюється з півночі на південь від 2-10 м до 36-50 м[1,3].

Водоносний горизонт в своїй більшості може бути безнапірним або слабонапірним з величиною напору 2-17 м. Дебіти свердловин коливаються в межах від 0,01 до 2,5 дм^3/с, питомі дебіти можуть змінюватися від 0,002 до

1,3 дм^3/с. Водозабір за добу з колодязів в середньому дорівнює 0,2-6 м^3. За хімічним складом більшість вод хлоридно-сульфатні, сульфатно-хлоридні з різним катіонним складом. Мінералізація вод може змінюватися в межах від 0,5 до 8 г/дм^3. Водоносний горизонт має своє живлення в місцях неглибокого розташування за рахунок атмосферних опадів і надходженню напірних вод з відкладів, що залягають нижче. В невеликій кількості випадків він може бути використаним місцевими жителями для господарського й питного водопостачання.

Водоносний горизонт у четвертинних відкладах відноситься до суглинків та алювіальних утворень, має дуже значне поширення, але відсутній у присхилових ділянках долин. Водонепроникний екран складається з різновидів суглинків та червоно-бурої глини, які досить щільні. Його глибина залягання змінюється від 1,5 до 12 метрів, потужність його визначається в межах від кількох дециметрів до 20 м (середня потужність 5-6 метрів). Суглинки містять в собі невеликі запаси води, дебіт колодязів і свердловин становить в середньому від 0,002 до 0,3 дм^3/с. Водозабір з колодязів за добу може становити від 0,2 до 20 м^3.

За хімічним складом води хлоридно-сульфатно-натрієві з мінералізацією до 12 г/дм^3. Живлення горизонту відбувається завдяки інфільтрації атмосферних опадів, а також різних вод техногенного походження.

Режим водоносного горизонту доволі порушений, завдяки чому водонасиченість і якість води можуть коливатися в досить великих межах. Не дивлячись на цей недолік, він часто використовується місцевим населенням для задоволення питних, господарських та інших потреб.

Водоносний горизонт сучасних алювіальних відкладів заплав річок і днищ балок має досить невелике розповсюдження і може спостерігатися в долинах річок Інгулець, Саксагань, Жовта та Бокова. Водоносним є алювій заплавних та надзаплавних терас, представлений пісками різнозернистими, супісками, суглинками мулистими. Горизонт в цілому безнапірний, глибина

залягання рівня ґрунтових вод коливається від 0,5 до 5 м, водонасиченість досить непостійна, що пояснюється досить великим розкидом значень - від 0,3 до 4 дм^3/с. Води горизонта в основному прісні, гідрокарбонатно-сульфатно-кальцієві і гідрокарбонатно-сульфатно-магнієво-кальцієві. Мінералізація складає від 0,5 до 3-4 г/дм^3, для цих вод характерна досить велика жорсткість. Горизонт в повному обсязі використовується місцевим населенням, добовий водозабір з колодязів становить 0,2-1,0 м^3[1,3].

Завдяки даним дослідження геолого-гідрогеологічних умов басейну р. Інгулець можна зробити висновки, що за останні декілька років у центральній ділянці території досліджень відбувається значне підвищення геодинамічної активності. Це досить негативно може вплинути на гідроекологічну ситуацію.

1.5 Характеристики господарської діяльності

Господарська діяльність в басейні досліджуваної річки має досить складну форму. Сполучення головних напрямків промисловості зі специфікою функціонування систем водокористування створили ряд інших природно-техногенних систем, таких як водогосподарські. Їх функціонування ставить р. Інгулець на ряду з іншими річками особливого типу.

Господарська діяльність має значний вплив на річку у цілому, що проявляється у зміні гідролого-гідрохімічного режиму та якості поверхневих та підземних вод басейну, як безпосередньо, так і через геосистемні взаємодії.

Водокористування і водовідведення. Ще одним серйозним чинником впливу на гідролого-гідрохімічні характеристики річок, окрім господарської діяльністі, є водокористування та водовідведення, облік яких здійснюється Державним агентством водних ресурсів України.

Більшістю водокористувачів в басейні р. Інгулець вважаються промисловість, житлово-комунальне і сільське господарство. Найбільший забір води в басейні р. Інгулець реалізується промисловими підприємствами Дніпропетровської та Миколаївської областей. У меншій мірі використовують водні ресурси підприємства Кіровоградської та Херсонської областей. Сумарно в басейні р. Інгулець нараховується близько 230 водокористувачів [3].

Водозабезпечення житлово-комунального господарства. На сьогодняшній день норма використання водних ресурсів підприємствами житлово-комунального господарства в басейні р. Інгулець змінюється від 125 до 160 дм^3/добу на одного споживача. М. Кривий ріг посягає перше місце за рівнем водопостачання. Кількість мешканців міста (724 тис. осіб) складають близько 67% всього міського населення, що знаходиться на території басейну р. Інгулець. Внаслідок цього основний обсяг водокористування в житлово-комунальній сфері для населення приходиться на м. Кривий Ріг і становить близько 130 млн. м^3 на рік [3].

Для водопостачання міст та інших невеликих населених пунктів південної території басейну побудовано 26 ставків (їх сумарний об’єм - 10 млн. м$^{3)}$, а для житлово-комунальних потреб м. Миколаєва було побудовано Жовтневе водосховище (з об’ємом 32 млн. м^3). Усі ці водні об’єкти живляться водою з Інгулецької зрошувальної системи[3].

Водозабезпечення промисловості. Господарська діяльність в басейні р. Інгулець пов’язана здебільшого зі значним розвитком промисловості. На території басейну розташовані два промислові ділянки України - Криворізький залізорудний басейн, частина Дніпровського буровугільного басейну (район м. Олександрія).

Система водопостачання підприємств промислового району та водовідведення промислових стічних вод відзначається своїми унікальними характерними рисами. Досить значні об'єми користування водними

ресурсами у промисловості пояснюються особливістю технології видобутку та переробки корисних копалин.

Водозабезпечення сільського господарства. Значний вплив на гідроекологічний стан поверхневих вод р. Інгулець має використання земель сільским господарством. Була побудована велика кількість зрошувальних систем та каналів внаслідок досить посушливого клімату на території басейну.

Нерівномірний розподіл опадів по площі басейну викликає нестабільність землеробства. У найбільшій мірі це виражено у південній ділянці басейну, де може випадати в середньому за рік 400-450 мм опадів. Щоб вирішити цю проблему, на території басейну були побудовані різноманітні зрошувальні системи та канали для гарантованого отримання врожаїв[3].

Рисунок. 1.2 Водогосподарська ситуація в середній течії басейну р. Інгулець (територія Криворізького територіально- виробничого комплексу) [3]:

1 - шахта; 2 - підприємство; 3 - кар'єр; 4 - водойма; 5 - місця скидів виробничих стічних вод

Таким прикладом господарської діяльності є спорудження та функціонування найбільшої в Україні Інгулецької зрошувально-обводнювальної системи, яка розташована у межах Миколаївської та Херсонської областей.

Рибне господарство. Одними із головних водокористувачів поверхневих вод басейну р. Інгулець є рибні господарства. Рибу розводять в основному у водоймах типу річкових загат, наливних ставах, балкових (Єрастівський став) та копаних.

У 1966 р. на ділянці басейну р.Інгулець був споруджений доволі потужний рибогосподарський комплекс, який складався з великої кількості нагульних ставків та водойм (Південне, Карачунівське, Кресівське, Шолохівське, Зеленодольське, Миколаївське та Макортівське водосховища). У 1999 р. цей комплекс було переіменовано на ВАТ «Криворіжрибсільгосп».

Зміна гідролого-гідрохімічного режиму та зміна якості вод басейну річки Інгулець безпосередньо зв'язана з впливом господарської діяльності.

Основними чинниками кількісних та якісних показників води р. Інгулець вважаються забори води та скиди стічних вод різної категорії. Головними користувачами водними ресурсами в басейні р. Інгулець є промисловість, житлово-комунальне і сільське господарство.

В річку скидається в середньому 0,20 км^3 шахтних вод Північного гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК), 0,15 км^3 з Інгулецького ГЗК, ставка-накопичувача балки Свистунова та стічних вод з очисних споруд міста через Карачунівське водосховище. Останнє також має живлення за рахунок постачання води з Каховського водосховища[3].

Весь ландшафт Криворіжжя, здебільшого поверхневі води, відчуває на собі досить велике техногенне навантаження, яке складається в основному з гірничо-видобувної, металургійної та хімічної промисловостей.

У Криворізькому районі побудовано 8 з 11 промислових підприємств України з видобутку та переробки залізорудної сировини, а також підприємства з обслуговування основного виробництва.

У Криворізькому басейні знаходиться один з найбільших в світі металургійних комбінатів – Арселор-Міттал Кривий Ріг, п’ять гірничо-збагачувальних комбінатів: (ГЗК) – Північний ГЗК (ПівнГЗК), Південний ГЗК (ПівдГЗК), Центральний ГЗК (ЦГЗК), Новокриворізький ГЗК (НКГЗК), Інгулецький ГЗК (ІнГЗК), три рудоремонтних заводи та інші[3].

Гірничовидобувна промисловість є одним з найсерйозніших факторів техногенного впливу на рельєф Криворіжжя. Це може проявлятися в більшій мірі у вилученні і механічному пошкодженні досить великих площ земель, які частково чи повністю втратили природну родючість. В процесі видобутку залізних руд знищуються окремі елементи природного рельєфу та формується нехарактерний для природи антропогенний рельєф (різновиди кар’єрів, вийомок, відстійників, штучних каналів, відвалів, гірничих виробок тощо).

З метою покращення якості води р. Інгулець періодично проводиться промивка її русла за рахунок подачі води по каналу Дніпро-Інгулець, по закінченню якої закачують воду до магістрального каналу Інгулецької зрошувальної системи. Завдяки перекиданню стоку Дніпра (по штучно заглибленому руслу вода антирікою прямує з Дніпра вверх на 70 км по руслу р. Інгулець до водозабору ГНС) річний стік р. Інгулець збільшується, відмічається вплив зворотних фільтраційних вод із сільськогосподарських масивів, які зрошуються водами Дніпра і приносять додаткове забруднення[3].

Береги Інгульця досить багаті різними природними пам’ятниками. Так, наприклад, неподалік джерела річки розташовується Богданівське лісництво. Знаходиться воно на відстані декількох кілометрів в північному напрямку від Великої Олександрівки. Площа цього лісництва дорівнює понад 900 гектарів. На його території ростуть переважно соснові і листяні дерева. Це гарне місце відпочинку для місцевих мешканців і приїжджих туристів. В цьому місці також знаходиться урочище «Чорний ліс», в якому розкинувся затишний заказник. Далі нижче за течією Інгульця розташован знаменитий

ландшафтний парк «Велика і Мала Скопи», а ще трохи нижче – «Інгулецький степ». Територія в районі міста Кривий Ріг також багата на різні геологічні природні пам’ятки. Тут спостерігаються виходи різноманітних видів сланцю:, магматитів, сланців, амфіболитів. Надзвичайну красу представляють різноманітні мальовничі скелі, наприклад, «Скелі Мопра» – одне з найулюбленіших місць для тренувань альпіністів. Висота скель може досягати 28 метрів і більше. У середній частині течії річки Інгулець розташовані лісові масиви Новодмитрівська, Архангельський, а також заказники Летючі піски, Недогорскій і Біла Криниця. У нижній частині течії річки, в районі маленького села Снігурівка знаходиться джерело з мінеральною водою, що має цілющі властивості. Можна спуститися ще дещо нижче за течією та потрапити в великий ботанічний парк . У склад цієї природної пам'ятки входить «Микольське поселення змій». Воно представляє собою круте побережжя і має площу близько 4 гектарів. Це місце являється біотопом для багатьох видів плазунів: ящірки, вужі, гадюки, жовтобрюхи і інші представники цього роду. На жаль, велика кількість з них стали дуже рідкісними і тепер занесені до Червоної книги України. Знаменита «Федорівська печера» також знаходиться на ттериторії ботанічного парку[3].

Водний простір Інгульця славиться різними видами риб. Це тарань, короп, краснопірка, чехоня, жерех, сазан, карась, плотва, сом, окунь, тюлька. Завдяки цьому на річці развито аматорське рибальство.

На сьогодняшній день річка Інгулець гине від відходів великих промислових підприємств, таких як «Криворіжсталь» та гірничо-збагачувальних комбінатів, побудованих в центральній частині України.

2. ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ Р. ІНГУЛЕЦЬ

Гідрохімічний режим характеризується закономірними змінами хімічного складу води річки або окремих його компонентів у часі, які обумовлені фізико-географічними умовами басейну та антропогенним впливом, а також проявляється у вигляді багаторічних, сезонних і добових коливань концентрації компонентів хімічного складу і показників фізичних властивостей води, рівня забрудненості води, стоку розчинених мінеральних речовин тощо.

Під час весняної повені та дощових паводків у літньо-осінній період об'єм водного стоку річки Інгулець є найбільшим, що спричиняє розбавлення розчинених у воді сполук. В свою чергу снігове живлення також сприяє малій мінералізації річкової води з перевагою гідрокарбонатних іонів та іонів кальцію. Це пояснюється тим, що грунт під сніговим покривом звичайно промерзлий і тому талі води не можуть надто збагачуватися розчинними солями, вимиваючи лише ті, які містяться у поверхневому шарі ґрунту. Відповідно, мінералізація води під час весняної повені залежить від часу танення снігового покриву, його потужності та характеру погоди перед випаданням снігу. Якщо осінь була сухою, то в результаті випаровування і вивітрювання поблизу поверхні накопичуються різні солі, а при дощовій осені ґрунти, навпаки, стають біднішими на них.

Дощове живлення залежно від його інтенсивності й утворення поверхневого стоку теж зумовлює малу мінералізацію річкової води, втім вищу, ніж при сніговому живленні.

Підземні води як правило чинять вагомий вплив на хімічний склад води річок басейну Інгульця в меженні періоди, коли створюються найсприятливіші умови для розвантаження водоносних горизонтів у русла річок. Вони мають підвищену мінералізацію і їм властивий різноманітний хімічний склад, зумовлений гідрогеологічними особливостями окремих

локальних регіонів. Це сприяє підвищенню мінералізації річкової води в даний період та утворенню більш високих концентрацій головних іонів.

Основними чинниками формування гідрохімічного режиму р. Інгулець є рельєф місцевості, характер залягання і хімічний склад підстилаючих гірських порід. Оскільки водотік знаходиться в зоні інтенсивного господарського користування, необхідно виділити і значний вплив антропогенної складової на формування зазначеного режиму і, як наслідок, на якість річкової води.

2.1 Вихідні дані щодо вивчення хімічного складу води

За вихідні матеріали прийняті дані гідрохімічних спостережень на стаціонарних постах Держкомгідромету, що розташовані на р. Інгулець-Кривий Ріг, вище і нижче міста, р.Інгулець-с.Садове за 1990-2015 рр.

Кількість спостережень у різні роки змінювалась від 2 до 12 (табл.2.1). Аналіз проводився за фізичними, органічними, біогенними показниками.

Як видно з табл.2.1 за всі роки спостережень на посту 13361 м. Кривий Ріг відсутні дані в 1993 році, 1999-2003 рр. Найбільша кількість проб за рік (12) була в 1990,1991, 1992,2007-2013 роках, найменша (2) -1996 та 1998 роки, 2004, 2006, 2015 р. – 11 проб, 2005 р. – 10 проб, 1994 р. - 8 проб, 1995 р. - 6, 2014 рік -5,а в 1997 р. - 4 проби. Всього за досліджуваний період було відібрано 190 проб.

В пункті Інгулець – с. Садове за всі роки спостереження відсутні дані тільки в 1993 році. Найбільша кількість проб за рік (8) була в 1990 році, найменша (4) -1991, 1992, 1998 роках, 1996, 2000, 2001,2006, 2007 р. – 6 проб, в усі інші роки відбирали по 7 проб. Всього за досліджуваний період було відібрано 162 проби.

Таблиця 2.1 – Кількість спостережень в басейні р.Інгулець за 1990-2015рр.

м. Кривий Ріг				с.Садове			
Рік	Кількість проб	Рік	Кількість проб	Рік	Кількість проб	Рік	Кількість проб
1990	12	2003	_	1990	8	2003	7
1991	12	2004	11	1991	4	2004	7
1992	12	2005	10	1992	4	2005	7
1993	_	2006	11	1993	_	2006	6
1994	8	2007	12	1994	7	2007	6
1995	6	2008	12	1995	7	2008	7
1996	2	2009	12	1996	6	2009	7
1997	4	2010	12	1997	7	2010	7
1998	2	2011	12	1998	4	2011	7
1999	_	2012	12	1999	7	2012	7
2000	_	2013	12	2000	6	2013	7
2001	_	2014	5	2001	6	2014	7
2002	_	2015	11	2002	7	2015	7

2.2 Мінералізація і основні іони

Хімічний склад поверхневих вод басейну р. Інгулець формується під комплексним впливом природних та антропогенних чинників. Природна мінералізація води р. Інгулець досить значна, що зумовлено характером підземного живлення цієї річки. У її верхів'ях мінералізація води у меженний період становить близько 600-800 мг/дм3 і вода належить до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи, а в середній течії в цей же період вона досягає 1200–1300 мг/дм3 і відноситься до хлоридного класу натрієвої групи.

Хімічний склад річкових вод значною мірою визначається вмістом іонів HCO_3^-, SO_4^2, *СГ*, Ca^2+, Mg^2 Na+, *К*. їх називають макрокомпонентами або головними іонами. Солі цих іонів становлять 90-95% всіх солей у прісних водах і понад 99 % - високо мінералізованих.

Середньорічний, максимальний та мінімальний вміст основних іонів р. Інгулець- Кривий Ріг наведені в табл. 2.2,2.4, а для пункту Інгулець-Садове в табл. 2.3, 2.5.

Таблиця 2.2 – Середньорічний, максимальний та мінімальний вміст основних іонів р. Інгулець,Кривий Ріг за 1990-2015 рр.

рік	Cl-			HCO_3			SO_4^{2-}		
	сер	min	мах	сер	min	мах	сер	min	мах
1990	113	71	226	360	305	448	322	119	403
1991	106	56	176	311	256	372	380	350	423
1992	77	56	116	318	287	372	329	273	423
1994	86	63	128	335	153	549	200	140	269
1995	156	42	454	391	305	550	183	134	288
1996	107	-	-	427	-	-	19	-	-
1997	112	78	192	343	275	427	468	85	615
1998	83	80	85	256	244	275	500	442	557
2004	162	123	391	229	163	366	359	208	480
2005	152	95	231	280	160	366	292	86	690
2006	147	88	319	201	39	229	246	46	694
2007	320	46	600	248	164	281	229	92	865
2008	178	146	241	237	146	268	248	102	653
2009	162	135	213	193	88	280	296	142	500
2010	151	107	213	158	79	217	251	120	461
2011	143	117	163	199	140	232	243	154	403
2012	163	92	595	167	113	248	148	49	557
2013	173	88	564	160	128	189	239	30	442

Продовження таблиці 2.2

2014	114	81	135	146	64	195	217	125	307
2015	172	139	223	62	39	88	307	211	538

Якщо ж розглянути середні річні значення іонів HCO_3^-, то вони змінюються для пункту Інгулець – Кривий Ріг від 391 мг/дм^3 (1995р) до 63 мг/дм^3 (2015 р.), для пункту Інгулець – с. Садове – від 186 мг/дм^3 (1991р.) до 164 мг/дм^3 (1990рр.)

Середні річні значення хлоридів на посту Інгулець – Кривий Ріг змінювались від 77 до 320 мг/дм^3 з найбільшим разовим значенням 600 мг/дм^3 (березень 2007 р.), Інгулець – с. Садове – від 23 до 51 мг/дм^3 з найбільшим разовим значенням 175 мг/дм^3 (лютий 1990 р.). У більшості випадків менші разові значення хлоридів спостерігалися у березні, квітні, січні та лютому.

Таблиця 2.3 – Середньорічний, максимальний та мінімальний вміст основних іонів р. Інгулець-Садове за 1990-2015 рр.

рік	Cl-			HCO^3			SO_4^{2-}		
	сер	min	мах	сер	min	мах	сер	min	мах
1990	50,7	27,7	175,1	164	150	192	68,1	39,0	128,0
1991	27,8	20,2	44,7	186	143	208	37,4	1,50	56,6
1992	33,7	27,8	38,9	177	159	199	36,0	16,0	53,0
1994	35,4	30,5	42,5	172	154	203	45,1	39,0	49,0
1995	38,5	28,0	42,5	180	160	200	44,1	39,5	49,5
1996	40,2	35,5	47,1	166	160	170	43,2	34,5	53,5
1997	37,5	33,7	41,8	183	173	190	50,5	54,5	59,5
1998	38,4	34,7	40,1	176	162	186	55,5	52,0	59,0
1999	38,4	33,7	43,2	167	152	186	51,4	18,6	54,0
2000	37,2	35,1	38,2	184	176	191	48,2	43,2	53,0
2001	39,3	35,5	44,3	174	173	176	41,4	37,2	48,5

Продовження таблиці 2.3

2002	40,6	30,1	40,1	175	169	179	48,8	37,2	53,8
2003	34,2	30,7	37,0	171	167	176	44,6	36,4	50,8
2004	35,5	28,0	47,4	168	159	180	45,8	38,9	49,5
2005	41,8	28,4	49,6	171	162	177	45,0	39,9	47,0
2006	44,8	42,1	47,5	165	162	167	50,3	46,6	56,8
2007	45,0	39,3	45,4	169	164	180	50,0	46,1	55,7
2008	42,5	40,9	46,1	167	-	-	48,5	47,1	50,9
2009	43,7	40,9	45,9	168	164	171	49,0	46,1	50,0
2010	42,5	39,6	45,4	167	164	171	48,5	46,1	51,9
2011	43,8	38,2	49,4	170	164	176	43,1	48,0	52,1
2012	45,9	42,6	50,2	166	147	174	50,5	48,0	52,1
2013	22,5	21,3	23,4	171	156	183	47,6	43,9	50,6
2014	50,4	49,3	51,9	169	164	175	51,3	48,1	54,4
2015	46,2	42,5	49,4	172	162	183	49,6	45,8	52,4

Значні збільшення хлоридних іонів в районі м. Кривий Ріг зумовлюються антропогенним впливом на іонний склад води у місцях скидів промислових та комунально-побутових стоків, що проявляється у різкому збільшенні концентрації хлоридів та сульфатів.

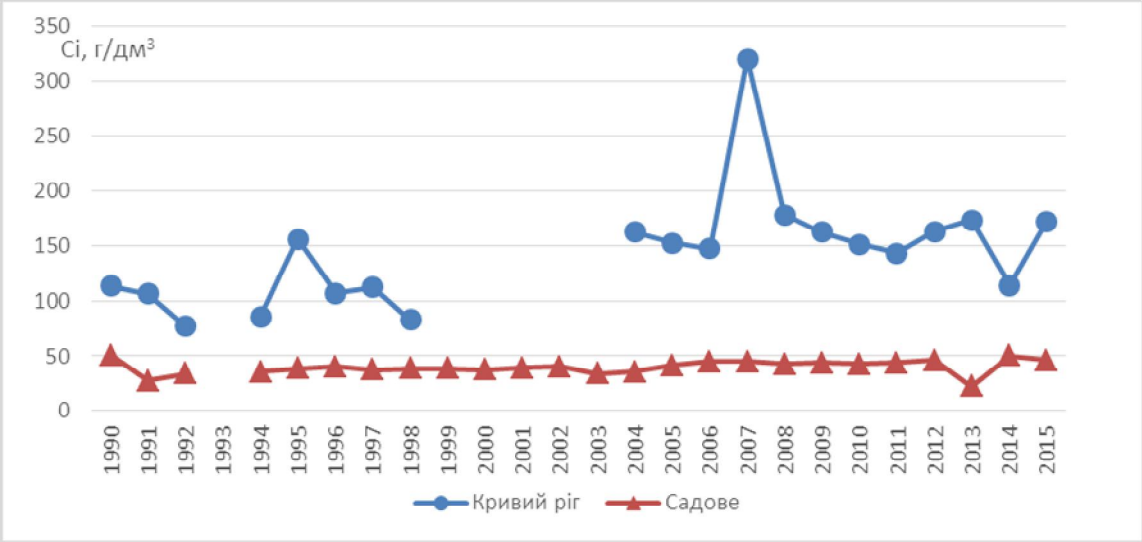

Рисунок 2.1 Хронологічний графік середніх річних величин Cl- у басейні річки Інгулець

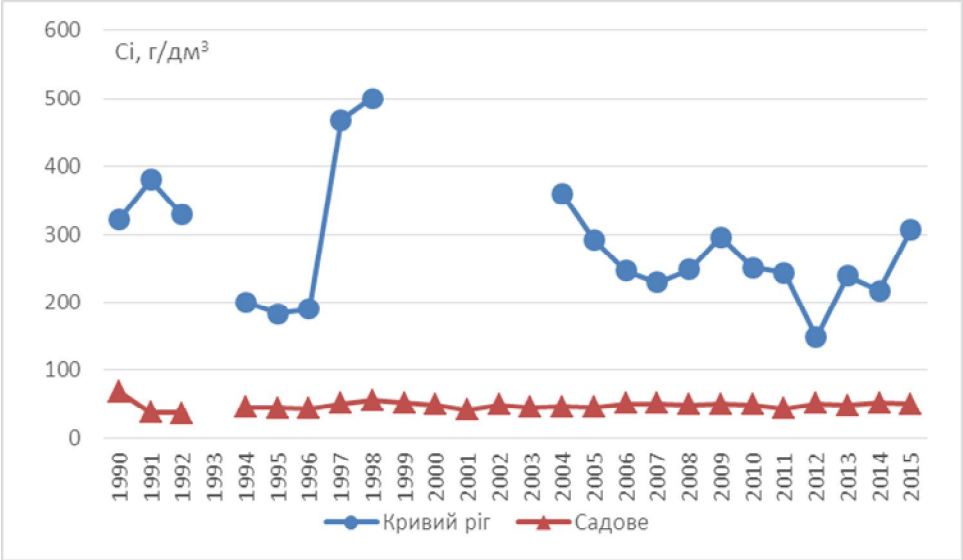

Рисунок 2.2 Хронологічний графік середніх річних величин SO_4^{2-} у басейні річки Інгулець

Найменші середні річні значення сульфатних іонів SO_4^{2-} становили на посту Інгулець – Кривий Ріг у 1995 році (183 мг/дм^3), найбільші 500 - 468 мг/дм^3 у 1998-1997 роках, в пункті Інгулець – с. Садове середні річні значення змінювалися від найменших 36 мг/дм^3 (1992 р.) до 68 мг/дм^3 (1990 р.). Найбільші разові значення спостерігалися у березні – 865 мг/дм^3 (м. Кривий Ріг, 1992), 128 мг/дм^3 (с. Садове) у лютому 1990 року. Найменші разові значення спостерігалися у серпні - травні і сягали 31-16 мг/дм^3.

Таблиця 2.4 – Середньорічний, максимальний та мінімальний вміст основних іонів р. Інгулець- Садове за 1990-2015 рр.

рік	Ca^{2+}			Mg^{2}+			Na+		
	сер	min	max	сер	min	max	сер	min	max
1990	52,1	37,5	68,1	-	-	-	-	-	-
1991	53,1	39,7	58,5	-	-	-	-	-	-
1992	39,2	36,3	42,5	-	-	-	-	-	-
1994	35,5	30,3	38,9	-	-	-	-	-	-
1995	30,3	23,0	40,7	11,8	9,10	16,8	76,1	69,3	83,0
1996	36,7	20,0	42,7	19,2	15,3	25,7	34,0	27,0	38,5

Продовження таблиці 2.4

1997	37,4	31,7	42,3	13,4	9,40	17,8	57,5	47,0	69,5
1998	81,3	73	95	16,3	14,1	18,5	32,5	23,5	41,8
1999	43,9	41,9	45,5	16,3	15,7	16,7	-	-	-
2000	44,9	42,7	46,3	33,4	42,7	46,3	-	-	-
2001	46,0	45,5	46,7	15,7	15,1	16,2	-	-	-
2002	48,0	46,9	49,5	16,3	15,7	17,1	-	-	-
2003	46,0	42,9	50,5	26,1	21,9	30,3	17,2	15,3	19,2
2004	48,8	48,5	50,5	21,3	17,3	23,3	11,9	8,30	17,2
2005	50,1	49,3	51,5	21,4	17,5	23,5	17,0	15,2	18,4
2006	52,1	50,9	56,6	22,4	20,2	24,6	15,3	12,5	17,6
2007	49,5	48,1	50,9	22,3	19,9	23,6	18,7	11,5	32,8
2008	49,4	48,1	50,1	21,3	20,7	21,9	18,0	16,6	20,0
2009	50,2	49,7	50,9	21,7	21,1	22,6	14,3	16,7	21,4
2010	49,5	46,1	51,3	20,3	18,7	21,2	19,7	27,7	16,5
2011	49,9	48,1	52,1	21,9	20,2	23,3	21,2	13,2	25,9
2012	51,3	50,5	54,0	21,0	19,9	22,9	20,4	12,5	28,3
2013	49,9	48,3	51,6	22,5	21,3	23,4	22,4	14,0	32,6
2014	21,9	20,8	23,3	20,5	15,6	25,4	9,92	7,43	11,9
2015	50,5	50,1	51,1	22,3	21,4	23,1	20,0	15,6	27,8

Таблиця 2.5 – Середньорічний, максимальний та мінімальний вміст основних іонів р. Інгулець- Кривий Ріг за 1990-2015 рр.

рік	Ca^{2+}			Mg^{2+}			Na+		
	сер	min	мах	сер	min	мах	сер	min	мах
1990	-	-	-	81,38	25,2	236	-	-	-
1991	-	-	-	54,1	16,5	82,9	-	-	-
1992	-	-	-	44,9	14,1	86,5	-	-	-
1994	-	-	-	46,8	23,2	59,5	-	-	-
1995	120	54,0	252	36,4	9,72	59,5	87	22,5	220

Продовження таблиці 2.5

1996	54	-	-	45,0	-	-	101	-	-
1997	176	132	252	73,1	53,6	109	106	22,5	240
1998	142	136	147	590	43,9	74,2	162	138	187
2004	87	14,4	303	71,4	45,5	174	125	23,3	281
2005	64,4	37,5	97	43,1	3,28	76,8	182	23,5	375
2006	61,2	17,4	155	70,7	4,62	131	110	16,5	310
2007	67,3	23,6	158	60,7	8,14	93,7	159	34,0	600
2008	52,6	34,8	97,0	47,6	13,5	91,9	212	67,6	328
2009	104	18,6	235	26,8	5,83	82,1	196	15,5	347
2010	109	31.7	136	36,7	14,5	65,0	83,3	30,0	165
2011	78	36,9	128	43,8	14,6	103	123	3,00	223
2012	63	6,30	107	49,9	21,4	119	141	14,8	468
2013	92	42,6	163	58,4	31,1	106	89,5	12,5	215
2014	73	52,1	111	43,8	15,0	68,8	72,6	20	120
2015	96	81	120	61,6	25,0	115	71,3	20,3	173

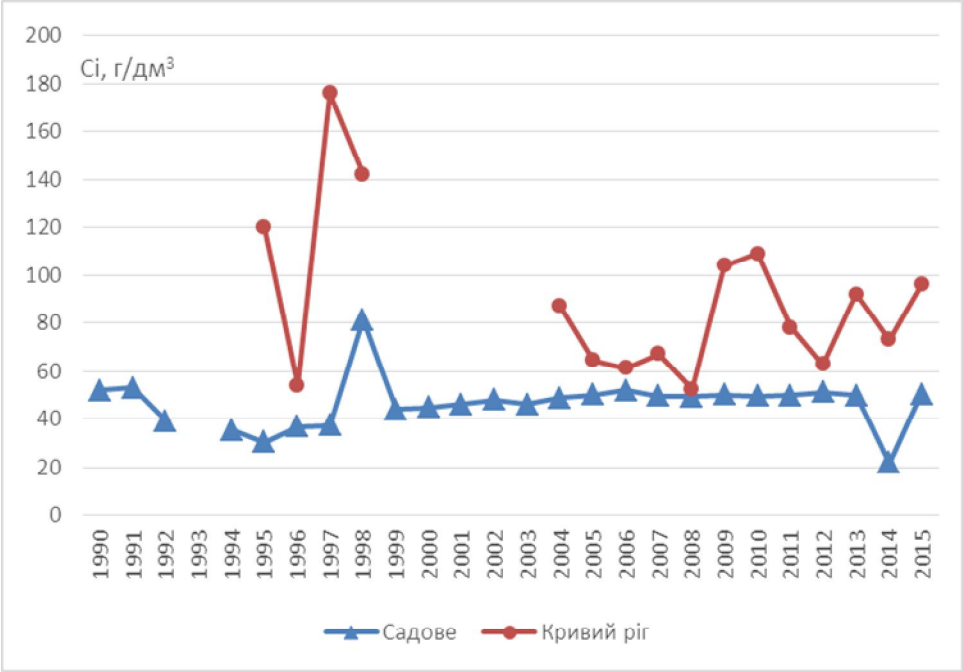

Рисунок 2.3 Хронологічний графік середніх річних величин Ca^{2+} в басейні річки Інгулець

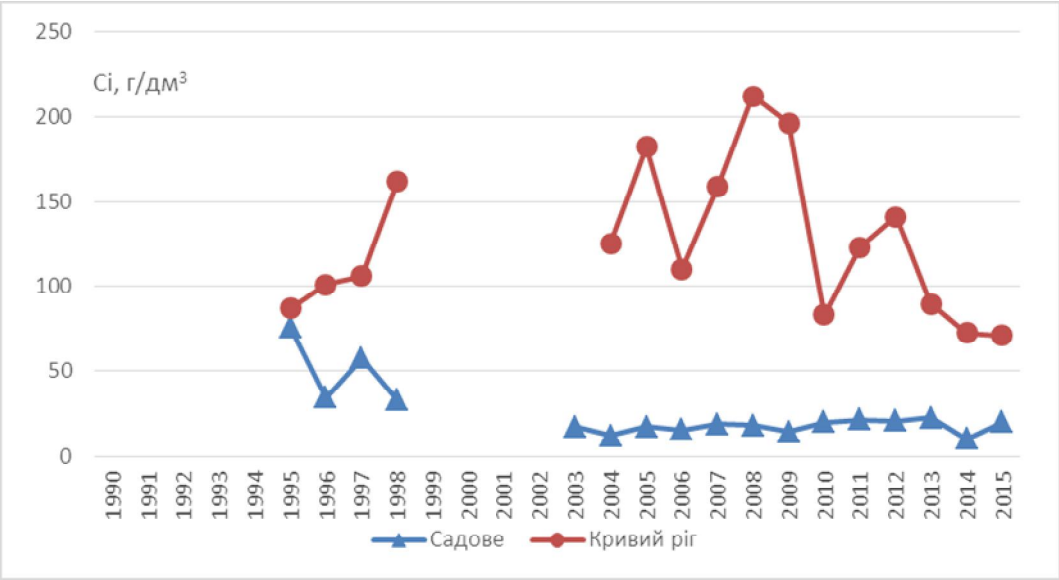

Рисунок 2.4 Хронологічний графік середніх річних величин Na+ в басейні річки Інгулець

В катіонному складі у водах Інгульця (Кривий Ріг) значний вплив мають іони натрію Na^{+} .За результатами досліджень середні річні значення Na^{+} коливаються від 72-73 до 212 мг/дм^3. Найбільші разові значення в цьому пункті дослідження склали 600 мг/дм^3 в березні 2007 року та 468 мг/дм^3 у жовтні 2012 року, а найменші – 15-16 мг/дм^3 . Такі показники є результатом впливу шахтних та кар'єрних вод, що мають хлоридно-натрієвий склад. В пункті Інгулець – с. Садове середня багаторічна кількість іонів натрію Na^{+} склала 25 мг/дм^3 (табл.2.5), а середні річні значення коливаються від 10-15 до 35 мг/дм^3, виключенням є 1995 рік, де середньорічне значення склало – 76 мг/дм^3 з найбільшим разовим значенням 83 мг/дм^3 у жовтні місяці. В нижній частині басейну хімічний склад р. Інгулець формується під впливом дніпровських вод, що надходять анти рікою на 75 км вверх по руслу.

В пункті Інгулець (Кривий Ріг) середні річні значення концентрацій іонів Ca^{2+} змінювалися в таких межах: 53-64 – 236 мг/дм^3 з найбільшим разовим значенням 822 мг/дм^3 у березні 1997 року. У нижній ділянці річки

(с. Садове) концентрації іонів Ca^{2+} мінімальні і змінювалися в діапазоні 21-35 - 40-54 мг/дм^3 , як виключення, найбільше середньорічне значення 81 мг/дм^3 у 1998 році з максимальним разовим значення – 95 мг/дм^3 у квітні.

Середні річні значення іонів магнію Mg^{2+} коливалися у межах 27-82 мг/дм^3 у пункті Інгулець (Кривий Ріг) та у межах 12-33 мг/дм^3 у пункті Інгулець- Садове. Найбільші разові значення зафіксовані у березні 1990 р. у п. Кривий Ріг – 236 мг/дм^3 та у жовтні 2000 р. у п. Садове – 46 мг/дм^3

Характер ґрунтового покриву, співвідношення кількості опадів і величини випаровування з комбінаціями режиму рівнів ґрунтових вод, температури повітря є визначальними чинниками кількісних показників та особливостей режиму головних іонів і загальної мінералізації.

Зі зменшенням кількості атмосферних опадів та підвищенням температури повітря у напрямку з північного заходу на південний схід змінюється хімічний склад поверхневих вод з гідрокарбонатно-кальцієвого типу на сульфатно-натрієвий, а в окремих випадках — на хлоридно-натрієвий тип.

Поверхневі води цієї частини басейнів річок мають загальну мінералізацію води >1000 мг/дм^3 з найвищими максимальними значеннями в межах 3000-4000 мг/дм^3

Згідно класифікації О.О. Алекіна за ступенем мінералізації та відповідно до «Схематичної карти районування малих річок УССР за ступенем мінералізації» поверхневі води верхів'я басейну р. Інгулець відносяться до третього району (води з підвищеною мінералізацією - 500-1000 мг/дм^3), решта території - до четвертого району (високомінералізовані води - понад 1000 мг/дм^3)[5-7]

Розподіл середніх річних значень мінералізації води р. Інгулець за багаторічний період (1990-2015 рр.) наведено в табл. 2.6

Мінералізація води р. Інгулець в середньому за 1990-2015 рр. становила 371 в пункті с. Садове та 968 мг/дм^3 в пункті Кривий Ріг. Мінералізація води була значно вища у пункті Інгулець – Кривий Ріг у 1997, 1998, 2007 рр. -

1215, 1205, 1238 мг/дм^3,в усі інші роки значення мінералізації коливалися в межах 667-1120 мг/дм^3. Це пояснюється як природними фізико-географічними особливостями, так і антропогенним впливом.

Таблиця 2.6 – Середні річні значення мінералізації на гідрохімічних постах у басейні р. Інгулець за 1990-2015 рр.

Рік	Гідрохімічний створ				
	Інгулець Кривий Ріг	Інгулець Садове	Рік	Інгулець Кривий Ріг	Інгулець Садове
1990	1125	390	2003	-	335
1991	1105	368	2004	1032	333
1992	999	342	2005	995	346
1993	-	-	2006	825	350
1994	846	350	2007	1238	341
1995	897	367	2008	996	348
1996	753	340	2009	994	356
1997	1215	387	2010	808	347
1998	1205	355	2011	832	360
2009	-	353	2012	857	354
2000	-	343	2013	814	366
2001	-	349	2014	667	359
2002	-	353	2015	771	360

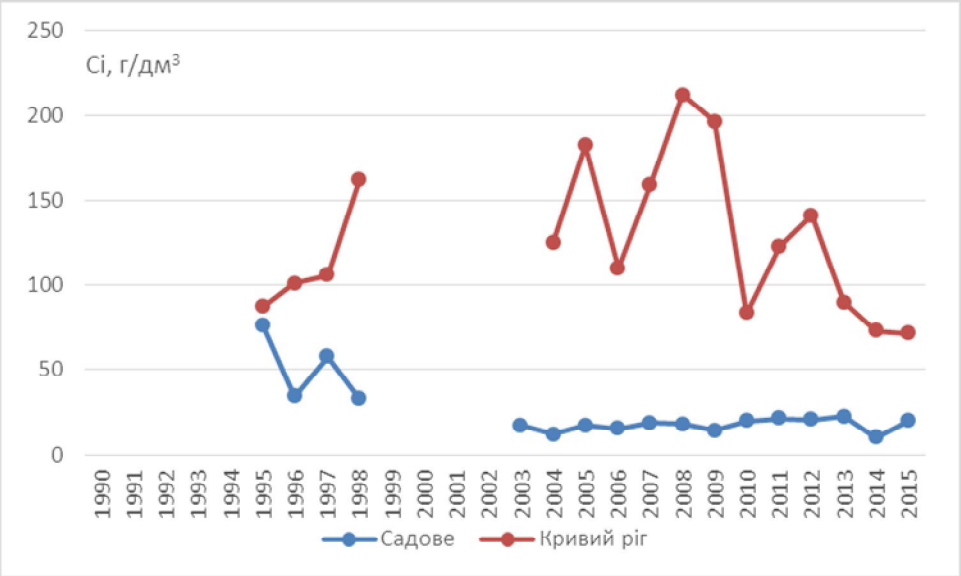

Рисунок 2.5 Хронологічний графік середніх річних величин мінералізації у басейні річки Інгулець

У пункті спостереження Інгулець – с. Садове мінералізація води є невисокою 333- 360 мг/дм^3 з найвищими показниками у 1990 та 1997 рр. – 390 та 387 мг/дм^3 , що визначається впливом дніпровських вод, які надходять антирікою на 75 км вверх по руслу. За результатами аналізу сезонного розподілу величин мінералізації можна зробити висновок, що її максимальні значення (за рідкими виключеннями) характерні для зимової межені, а мінімальні – для весняного водопілля.

2.3 Кисневий режим

Розчинність атмосферного кисню у воді річки залежить від температури, атмосферного тиску і вмісту розчинених речовин. Обмін кисню між водною масою і атмосферою має динамічний характер і складається з двох процесів: інвазії (надходження кисню з повітря у воду) та евазії (перехід кисню з води у атмосферу при надлишковому насиченні поверхневого шару води). Ці процеси інтенсифікуються при турбулентному перемішуванні водних мас і впливі вітру на водну поверхню. Надлишкове насичення кисню може спричинятися за рахунок фотосинтетичної діяльності мікроводоростей і вищих водних рослин. Недостатня насиченість свідчить про несприятливі умови для його інвазії, зменшення інтенсивності процесів фотосинтезу і значні витрати кисню на деструкцію органічної речовини[5-8].

Концентрація кисню, розчиненого у поверхневих водах України, коливається у широких межах – від 0 до 14 мг/дм^3, а в разі інтенсивного перебігу гідробіологічних процесів може досягати 25 мг/дм^3. У річці Інгулець забезпечення води киснем незадовільне протягом усього року. Це пов’язане в першу чергу зі значними обсягами стічних вод міста Кривий Ріг[9].Ступінь кисневого насичення не перевищує в середньому 80–85%, що є прямим доказом забруднення води речовинами (особливо в межах Криворізького ТВК), на окиснення яких він активно витрачається.

Встановлено, що ступінь забруднення води органічними речовинами є важливим чинником впливу на кисневий режим річок. У басейні р Інгулець спостерігається загальна тенденція до збільшення середньої величини ХСК з переходом від рівноважного до нормального кисневого режиму, а потім до режиму недостатнього насичення [9]. Аналізуючи кисневий режим можна відзначити, осереднені середньорічні концентрації у кожному пункті коливалися від 0 до 10,5 мг/дм^3.

2.4 Вміст у воді біогенних елементів

Біогенні елементи (до яких насамперед належать азот, фосфор, кремній) приймають активну участь у життєдіяльності водних організмів. Вміст біогенних елементів та речовин, що їх містять, у природних водах незначний, а їх режим залежить від температури води, яка впливає на інтенсивність життєдіяльності організмів і біохімічні процеси розкладання органічних речовин. Ці елементи необхідні для живлення і розвитку живих організмів, але при високих концентраціях мають токсичну дію.

Кількість у воді біогенних речовин, зокрема сполук азоту і фосфору є важливим показником якісного стану річкових вод. Основними джерелами їх надходження у річкові води є скиди житлово-комунальних та промислових підприємств, поверхневий стік із площ водозбору[3-5].

Вміст біогенних речовин за період 1990-2015 рр у п. Інгулець Кривий Ріг та в п. Інгулець с. Садове наведено в дод. А

Азот та його сполуки, що є чинниками евтрофікації води, на сьогодні є однією з найважливіших екологічних проблем для поверхневих вод України. Ці сполуки надходять до водних об’єктів зі стічними водами населених пунктів та через застосування добрив у сільському господарстві [9]

Середні річні значення *азоту амонійного* на п. Кривий Ріг змінювались у межах від 0,19 (2010) до 2,83 мгN/дм^3 (1991). На п. Садове середні річні значення іонів NH_4^+ коливались від 0,093 у 1994 до 1,68 мгN/дм^3 у 1991 р.

Середні річні концентрації *нітритів* у пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг змінювались у межах від 0,021 (1992) до 0,116 мгN/дм^3 (1991). У пункті Садове середні річні значення іонів NO_2^- коливались від 0,004 у 2002 та 2003 рр. до 0,057 мгN/дм^3 у 1991р.Найбільше значення на п. Садове – 0,129 мгN/дм^3 спостерігалось 3 серпня 1991 р.

У водах річки Інгулець за 1990-2015 роки середні річні концентрації *нітратів* у пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг змінювались у межах від 0,124 (1994) до 2,010 (1995). Величини іонів NO_3^- в разових пробах коливалися від 0,02 до 0,74 мгN/дм^3, найбільше значення 9,00 мгN/дм^3 спостерігалось 16 листопада 1995 р. У пункті Садове середні річні значення іонів NO_3^- коливались від 0,103 у 1998 до 0,585 мгN/дм^3 у 1992р., у разових пробах кількість іонів NO_3^- змінювалась у межах 0,01 – 0,810 мгN/дм^3. Найбільше значення на п. Садове – 0,810 мгN/дм^3 спостерігалось 4 серпня 1992р.

Вміст фосфору (P^{5+}) зазнає значних сезонних коливань, оскільки залежить від співвідношення інтенсивності процесів фотосинтезу і біохімічного окиснення органічних речовин. Мінімальні концентрації фосфатів у поверхневих водах спостерігаються весною, а максимум характерний для зимового періоду[5-8].

Середні річні концентрації *фосфатів* у пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг змінювались у межах від 0,037 (2012, 2013,2014) до 0,29 (1991). Величини іонів PO_4^{3-} в разових пробах коливалися від 0,013 до 1,6 мгР/дм^3 . У пункті Садове середні річні значення іонів PO_4^{3-} коливались від 0,09 у 1992р. до 0,21 мгР/дм^3 у 1991р., у разових пробах кількість іонів PO_4^{3-} змінювалась у межах 0,017 – 0,30 мгР/дм^3.

Кремній (Si) є постійним компонентом хімічного складу природних вод. Форми сполук, у яких знаходиться кремній у розчині дуже різноманітні і змінюються в залежності від мінералізації і значень pH. Концентрація кремнію в річкових водах зазвичай коливається від 1 до 10 мг/дм^3.

Середні річні концентрації Si у пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг змінювались у межах від 2,01 (1997) до 9,36 (2005). Величини кремнію в

разових пробах коливалися від 0,9 до 30,4 мг/дм^3, найбільше значення спостерігалось 12 грудня 2005 р (30,4 мг/дм^3). У пункті Садове середні річні значення кремнію коливались від 2,2 у 1999 до 4,98 мг/дм^3 у 1991р., у разових пробах концентрації Si змінювалась у межах 1,5 – 7,3 мг/дм^3. Найбільше значення на п. Садове – 7,3 мг/дм^3 спостерігалось 19 січня 1991р.

За досліджений період спостерігалася чітка тенденція до зростання концентрацій Si у водах річки Інгулець. Середньорічна концентрація зросла приблизно в 5 разів.

2.5 Вміст у воді забруднюючих речовин

Фізіологічне значення важких металів, їх незаперечний вплив на екологічний стан водного середовища, полягає в тому, що вони входять до складу сполук зі специфічними біологічними функціями: ферментів, вітамінів, гормонів. Ці сполуки активно впливають на інтенсивність процесів обміну речовин у живих організмах. Саме через це вміст важких металів у воді нормується, адже збільшення їх концентрацій може викликати порушення різних біохімічних і біологічних процесів у живих організмах та призвести до їх захворювань, часто хронічних, а той до загибелі[3, 5-10].

У даній роботі розглядається середній річний, максимальний і мінімальний вміст у водах р. Інгулець заліза (Fe^3), міді (Cu^{2+}), цинку (Zn^{3+}), хрому(Cr^{6+}), марганцю (Mn^{2+})

Вміст заліза загального (Fe^{3+}) у поверхневих водах становить частки міліграма в 1 дм^3, поблизу боліт - одиниці міліграм. Підвищений вміст заліза (понад 1мг/дм^3) погіршує якість води і можливість її використання для питних і технічних потреб.

До головних чинників, які визначають обсяги та інтенсивність надходження заліза в поверхневі природні води, слід віднести, насамперед, процеси хімічного вивітрювання гірських порід (механічне руйнування та наступне розчинення). Значна кількість розчинених сполук заліза надходить

у води річок з підземним стоком, зі стічними водами різних галузей промисловості і сільського господарства, зливовими стічними водами, поверхнево -схиловим стоком та стоком з сільськогосподарських угідь.

Середні річні *концентрації* $Fe_{заг}$ у пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг змінювались у межах від 0,04 (2008) до 0,7 (1997). Величини заліза в разових пробах коливалися від 0,01 до 2,2 мг/дм^3, найбільше значення спостерігалось 31 березня 1991 р. (2,2 мг/дм^3). У пункті Садове середні річні значення заліза коливались від 0,04 у 1990 до 0,19 мг/дм^3 у 1991р., у разових пробах концентрації $Fe_{заг}$ змінювалась у межах 0,04 – 0,37 мг/дм^3. Найбільше значення на п. Садове – 0,37 мг/дм^3 спостерігалось 5 жовтня 1991р.

Мідь (Cu) є порівняно малопоширеним елементом. Переважна кількість міді (близько 80 %) присутня в земній корі у вигляді сполук з сіркою, близько 15 % знаходиться у вигляді кисневих сполук (карбонати, оксиди, силікати). Основними джерелами надходження міді в поверхневі води вважаються гірські породи, стічні води підприємств хімічних та металургійних виробництв, шахтні води, різні реагенти, що містять мідь, а також стічні води з сільськогосподарських угідь. Характерна особливість поведінки міді в природних водах сильно виражена здатність сорбуватися високодисперсними завислими частинками ґрунтів і порід[3, 5-10].

Середні річні *концентрації Cu* у пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг змінювались у межах від 0,93 (1995) до 11,6 (1998). Величини міді в разових пробах коливалися від 0,4 до 30,0 мкг/дм^3, найбільше значення спостерігалось 29 січня 1991 р. У пункті Садове середні річні значення міді коливались від 5,0 у 1990 до 14,7 мкг/дм^{3}у 1991р., у разових пробах концентрації Cu змінювались у межах 2,0 – 22,0 мкг/дм^3. Найбільше значення на п. Садове – 22,0 мкг/дм^{3}спостерігалось 5 жовтня 1991р.

Марганець (Mn) у вільному вигляді в природі не зустрічається. Входить до складу великої кількості мінералів, переважно оксидів. Основним джерелом надходження марганцю у поверхневі води є залізомарганцеві руди та деякі мінерали, стічні води марганцевих збагачувальних фабрик,

металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості, шахтні води. Значна кількість марганцю у водне середовище потрапляє при відмиранні і розкладанні гідробіонтів, особливо синьо-зелених і діатомових водоростей, а також вищих водних рослин. У природних водах його вміст коливається від одиниць до десятків і навіть сотень мікрограмів в 1 дм^3. Марганець належить до важливих біоактивних елементів для рослин та тварин, бере участь у процесах фотосинтезу, реакціях фотолізу води та виділення кисню[3, 5-8,10-12].

Середні річні *концентрації Mn* у пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг змінювались у межах від 26,0 (2014) до 453 (1997). Величини марганцю в разових пробах коливалися від 3,28 до 577,0 мкг/дм^3, найбільше значення спостерігалось 27 листопада 1997 р. У пункті Садове середні річні значення марганцю коливались від 3,0 у 1990 до 62,5 мкг/дм^{3}у 1991р., у разових пробах концентрації Mn змінювались у межах 3,0 – 140,0 мкг/дм^3. Найбільше значення на п. Садове – 140,0 мкг/дм^{3}спостерігалось 19 січня 1991р.

Хром (Cr^{6+}) відноситься до елементів, необхідних в мікроконцентраціях для цілої низки живих організмів. Разом з тим, у великих концентраціях він є небезпечним. Щодо якості води підвищений вміст даного металу викликає її погіршення (втрачається колір, смак, змінюється іонний склад) [3, 5,10].

Середні річні *концентрації* Cr^{6+} у пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг змінювались у межах від 1,3 (2009) до 7,93 (1994). Величини хрому в разових пробах коливалися від 0,1 до 14,8 мкг/дм^3, найбільше значення спостерігалось 26 квітня 1994 р. У пункті Садове середні річні значення хрому коливались від 0,56 у 1990 до 6,23 мкг/дм^3 у 1994 р., у разових пробах концентрації Cr^{6+} змінювались у межах 0,9 – 9,0 мкг/дм^3. Найбільше значення на п. Садове – 9,0 мкг/дм^{3}спостерігалось 13 жовтня 1992р.

Цинк належить до активних мікроелементів, які впливають на ріст і розвиток рослинних організмів, в той же час при концентраціях, що перевищують ГДК, негативно впливає на організми [5,11-12].

Середні річні *концентрації Zn* у пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг змінювались у межах від 8,3 (2008) до 252 (1998). Величини цинку в разових пробах коливалися від 3,0 до 309,0 мкг/дм^3, найбільше значення спостерігалось 5 лютого 1998 р. У пункті Садове середні річні значення цинку коливались від 26,0 у 1990 до 81,0 мкг/дм^{3}у 1991р., у разових пробах концентрації Zn змінювались у межах 26,0 – 210,0 мкг/дм^3. Найбільше значення на п. Садове – 210,0 мкг/дм^{3}спостерігалось 5 жовтня 1991р.

До специфічних забруднювальних речовин відносяться такі, що надходять до водойм в результаті господарської діяльності і можуть перевищувати їх природні можливості до самоочищення, що призводить до накопичення токсичних речовин у річках та водоймах. Найпоширенішими забруднювальними речовинами, крім важких металів, є: нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) [3,6]

СПАР представляють собою велику групу сполук, різних за своєю структурою, що відносяться до різних класів. Ці речовини здатні адсорбуватися на поверхні розділу фаз і знижувати внаслідок цього поверхневу енергію (поверхневий натяг). У залежності від властивостей, які проявляються СПАР при розчиненні у воді, їх ділять на аніоноактівні речовини (активною частиною є аніон), катіоноактивні (активною частиною молекул є катіон), амфолітні і неіоногенні, які зовсім не іонізуються[3,6].

У водні об'єкти СПАР надходять в значних кількостях з господарсько-побутовими (використання синтетичних миючих засобів в побуті) і промисловими стічними водами (текстильна, нафтова, хімічна промисловість, виробництво синтетичних каучуків), а також зі стоком з сільськогосподарських угідь (в якості емульгаторів входять до складу інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів та дефоліантів).

Головними чинниками зниження їх концентрації є процеси біохімічного окислення, сорбція донними відкладеннями. Ступінь біохімічного окислення СПАР залежить від їх хімічної будови та умов навколишнього середовища.

Потрапляючи у водойми і водотоки, СПАР роблять значний вплив на їх фізико-біологічний стан, погіршуючи кисневий режим і органолептичні властивості, і зберігаються там довгий час, тому що розкладаються дуже повільно. Негативним, з гігієнічної точки зору, властивістю СПАР є їх висока піноутворююча здатність. [3,6]. ГДК рибогосподарське СПАР встановлено на рівні 0,3 мг/дм^3

За досліджуваний період 1990-2015 роки *вміст СПАР* у водах річки Інгулець змінювався від 0,017 м. Кривий Ріг до 0,019 мг/дм^3 с. Садове.

Перевищення у пробах ГДК рибогосподарське призначення на досліджуваних річках не спостерігалось.

Нафта і продукти її промислової переробки (автомобільне та дизельне паливо, мастила, мазут тощо) відносяться до найбільш поширених і небезпечних речовин, які забруднюють поверхневі води. Ці речовини являють собою дуже складну і непостійну суміш органічних сполук, до якої входять низько - і високомолекулярні насичені і ненасичені аліфатичні, нафтенові, ароматичні вуглеводні, кисневі, азотисті, сірчанисті органічні сполуки, ненасичені гетероциклічні речовини типу смол, асфальтенів, ангідридів, асфальтенових кислот. Незважаючи на те, що загалом нафтопродукти характеризуються незначною розчинністю у воді, окремі їх складові, особливо ароматичні сполуки, мають достатньо високу розчинність - до 100 мг/дм^3 .

Потрапляння їх у поверхневі води навіть у невеликих кількостях здатне призвести до забруднення великих об'ємів води та зробити її непридатною для питного водопостачання. Встановлені для нафтопродуктів ГДК рибогосподарського критерію складають 0,05 мг/дм^3.

Вміст *нафтопродуктів* у водах річки Інгулець за 1990-2015 роки змінювався від 0,05 м. Кривий Ріг до 0,015 мг/дм^{3}с. Садове.

Аналіз співвідношень частот виявлення СПАР в досліджених водах показав (як і у випадку нафтопродуктів), що їх розподіл у просторі носить загалом стохастичний характер. Це вказує на певні відмінності в генезисі

зазначених речовин як компонентів хімічного складу річкових вод в цілому. В той же час із отриманих результатів добре видно, що у надходженні та формуванні вмісту даних забруднюючих речовин, їх просторовому розподілі на окремих ділянках річки антропогенні чинники превалюють, оскільки нижче населених пунктів у воді спостерігається збільшення концентрації СПАР.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. ІНГУЛЕЦЬ

3.1 Гідрохімічний індекс забруднення води

Гідрохімічний індекс забруднення ІЗВ, введений в дію Держкомгідрометом СРСР [9], відноситься до категорії показників, що найчастіше використовуються для оцінки якості водних об'єктів. Він визначається як середнє арифметичне значення перевищення концентрації певних речовин (азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК)

ІЗВ розраховується за формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{n}\frac{C_i}{ГДК_i} \tag{3.1}$$

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

$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація кожного з показників якості води.

ІЗВ модифіковане розраховується теж за шістьма показниками: біохімічне споживання кисню ($БСК_5$) та розчинений кисень (O_2) є обов’язковими, а інші чотири показника беруть за найбільшим відношенням до ГДК з переліку: SO_4, Cl^-, $ХСК$, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}, $Fe_{заг}$, Mn^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cr^{6+}, Ni^{2+}, Al^{3+}, Pb^{2+}, Hg^{2+}, As^{3+}, нафтопродукти ($НП$), синтетичні поверхневі активні речовини ($СПАР$).

3.2 Оцінка якості води за ІЗВ та ІЗВ модифіковане

Результати розрахунків повторюваності різних класів забрудненості у басейні р. Інгулець за ІЗВ та ІЗВ модифікованим наведені у табл.3.1, 3.2,3.3,3.4 та рис.3.1. і рис. 3.2

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку Індексу забруднення вод в поверхневих водах р. Інгулець за період 1990-2015 рр.

Рік	Вище м.Кривий ріг		Нижче м.Кривий ріг		с.Садове	
	ІЗВ	Клас якості води	ІЗВ	Клас якості води	ІЗВ	Клас якості води
1990	4,03	V	4,32	V	1,99	II
1991	2,88	IV	3,56	IV	1,21	II
1992	2,80	IV	4,09	V	1,52	II
1993	-	-	-	-	-	-
1994	3,85	IV	3,43	IV	1,40	II
1995	3,79	IV	3,56	IV	1,23	II
1996	1,89	III	2,78	IV	2,05	II
1997	4,00	V	3,03	IV	1,58	II
1998	3,20	IV	4,10	V	1,52	II
1999	-	-	-	-	1,87	II
2000	-	-	-	-	1,82	II
2001	-	-	-	-	1,78	II
2002	-	-	-	-	1,19	II
2003	-	-	-	-	1,19	II
2004	2,28	III	2,88	IV	1,64	II

Продовження таблиці 3.1

2005	2,83	IV	3,10	IV	1,25	II
2006	2,62	IV	3,09	IV	1,98	II
2007	2,20	III	3,13	IV	1,54	II
2008	2,32	III	3,16	IV	1,57	II
2009	3,10	IV	2,55	IV	1,34	II
2010	2,00	III	2,14	III	1,36	II
2011	2,55	IV	2,20	III	1,37	II
2012	2,63	IV	2,22	III	1,37	II
2013	2,76	IV	2,21	III	1,93	II
2014	2,73	IV	2,78	IV	1,71	II
2015	2,41	III	2,63	IV	1,38	II

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку ІЗВ за період 1990 – 2015 р.р. в поверхневих водах р. Інгулець

Місце водного об’єкту	Класифікація по ІЗВ	
	Клас забруднення	Кількість випадків,%
Річка Інгулець, с. Садове в межах села	II	100
р Інгулець, 1 км нижче міста Кривий Ріг	III	20
	IV	65
	V	15
р Інгулець, 1 км вище міста Кривий Ріг	III	26
	IV	63
	V	11

За результатами проведених розрахунків можна зробити висновки, що найчистішими постом є р. Інгулець - с. Садове тобто води були чистими, 100% II клас , в пункті р. Інгулець - Кривий Ріг нижче міста за ІЗВ 20 % води відносились до III класу помірно забруднені і 65% води відносяться до IV класу і є забруднені і навіть 15% відносяться до V класу якості брудні

Стосовно пункту р. Інгулець - Кривий Ріг вище міста можна відзначити, що за ІЗВ 26% випадків води відносились до III класу помірно забруднені і 63% води відносяться до IV класу і є забруднені також води, 11% , що відносяться до V класу якості - брудні. Це пов'язано з одночасно великими концентраціями фенолів та нафтопродуктів у воді, а також високим показником БСК$_5$.

Були також проведені розрахунки якості води за ІЗВ (модифікована методика).

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку ІЗВ модифіковане в поверхневих водах р. Інгулець за період 1990-2015 рр.

Рік	Вище м.Кривий ріг		Нижче м.Кривий ріг		с.Садове	
	ІЗВ	Клас якості води	ІЗВ	Клас якості води	ІЗВ	Клас якості води
1990	5,69	V	4,32	V	1,99	II
1991	5,72	V	3,56	IV	1,21	II
1992	5,41	V	4,09	V	1,52	II
1993	-	-	-	-	-	-
1994	3,04	IV	3,43	IV	1,40	II
1995	4,30	V	3,56	IV	1,23	II
1996	0,54	II	2,78	IV	2,05	II
1997	5,77	V	3,03	IV	1,58	II
1998	5,33	V	4,10	V	1,52	II

Продовження таблиці 3.3

1999	-	-	-	-	1,87	II
2000	-	-	-	-	1,82	II
2001	-	-	-	-	1,78	II
2002	-	-	-	-	1,19	II
2003	-	-	-	-	1,19	II
2004	2,87	IV	2,87	IV	1,64	II
2005	2,54	IV	2,54	IV	1,25	II
2006	4,19	V	4,19	IV	1,98	II
2007	3,34	IV	3,34	IV	1,54	II
2008	3,28	IV	3,28	IV	1,57	II
2009	2,73	IV	2,73	IV	1,34	II
2010	2,96	IV	2,96	III	1,36	II
2011	4,38	V	4,38	III	1,37	II
2012	3,08	IV	3,08	III	1,37	II
2013	3,52	IV	3,52	III	1,93	II
2014	2,49	III	2,49	IV	1,71	II
2015	1,67	III	1,67	IV	1,38	II

Кращі за якістю води пункту р. Інгулець-Кривий Ріг нижче міста 10% до III класу 70% до IV та 20% до V класу якості та р. Інгулець-Кривий Ріг вище міста. Найкраща якість притаманна водами пункту р. Інгулець-с. Садове. За цими даними були побудовані гістограми, рис.3.1, рис.3.2

За стандартною методикою погіршення якості води відбувалось за рахунок збільшення концентрації таких компонентів як мідь залізо та хлор, що вказує на антропогенне забруднення

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку ІЗВ модифіковане за період 1990 – 2015 рр. в басейні р. Інгулець

Місце водного об'єкту	Класифікація по ІЗВ модифіковане	
	Клас забруднення	Кількість випадків,%
Річка Інгулець, с. Садове в межах села	II	100
р Інгулець, 1 км нижче міста Кривий Ріг	III	49
	IV	48
р Інгулець, 1 км вище міста Кривий Ріг	III	10
	IV	45
	V	40

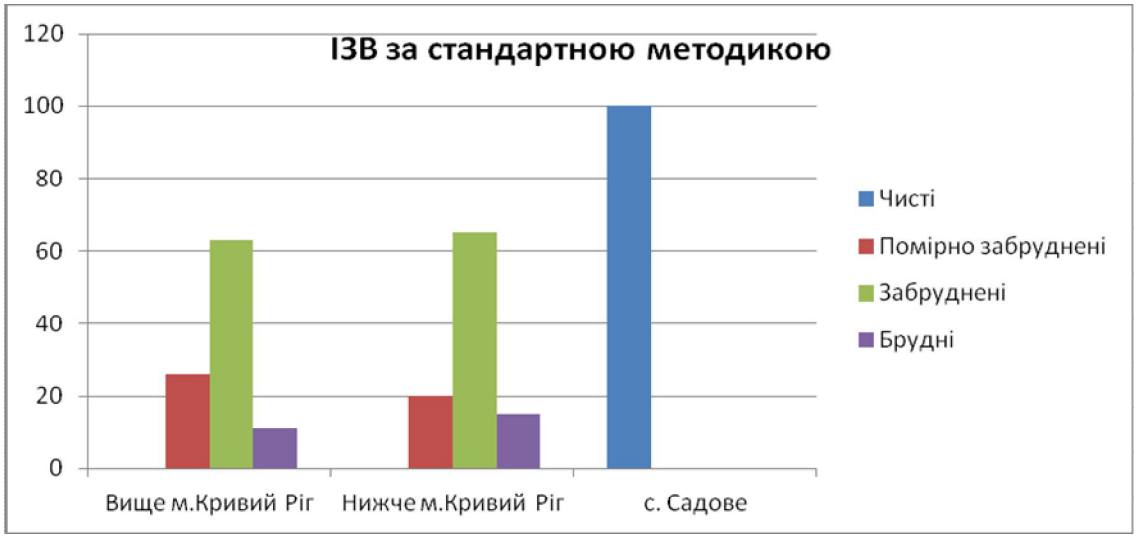

Рисунок 3.1 – Динаміка середньорічних значень ІЗВ в басейні р. Інгулець за період 1990 – 2015 роки

Аналізуючи гістограму, на якій відображена динаміка величини ІЗВ за період з 1990 по 2015 рік у відсотковому співвідношенні встановлено, що найбільше забруднення вод для пунктів м. Кривий Ріг вище та нижче міста

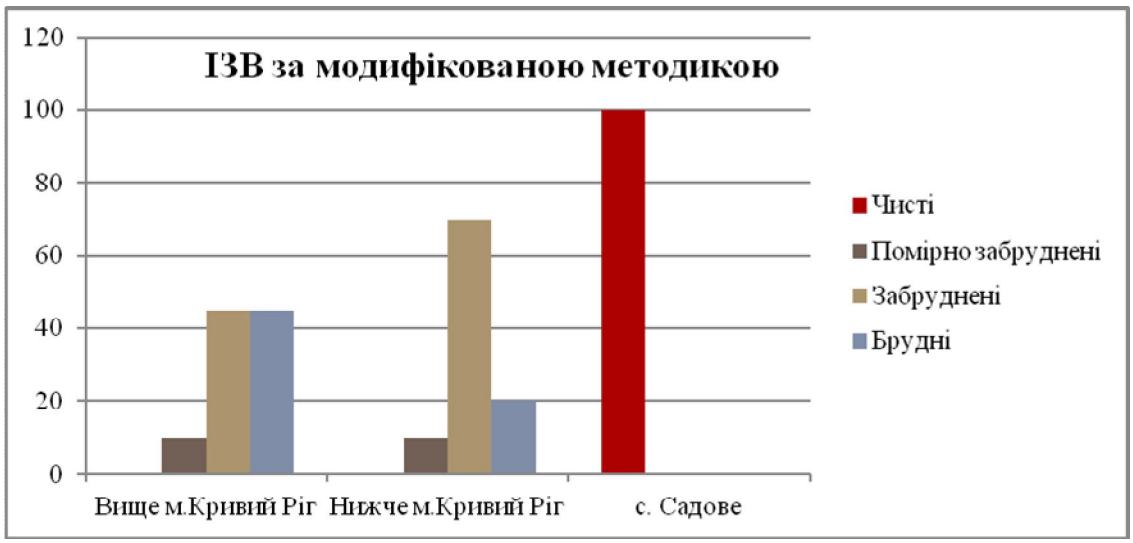

Рисунок 3.2 – Динаміка середньорічних значень ІЗВ модифіковане в басейні р Інгулець за період 1990 – 2015 роки

Аналізуючи гістограму, на якій відображена динаміка величини ІЗВ модифіковане за період з 1990 по 2015 рік у відсотковому співвідношенні встановлено, що найбільше забруднення поверхневих вод відзначається для пунктів: р. Інгулець - м. Кривий Ріг вище та нижче міста, як за ІЗВ (4 клас забруднення) та і ІЗВ модифікованим (5 клас забруднення). Це пов'язано з одночасно значними концентраціями фенолів та нафтопродуктів у воді, а також високим показником БСК$_5$. Загалом оскільки концентрації азоту амонійного, а також розчиненого кисню коливалися у незначних межах, основними чинниками якості води для розрахунку ІЗВ були феноли, нафтопродукти та БПК$_5$. Що стосується пункту с. Садове, то тут якість води характеризується найкращими показниками і залежить від дніпровських вод, що надходять «антирікою» вверх за течією Інгульця на 80 км.

3.3 Методика оцінки якості води за коефіцієнтом забруднення (КЗ)

Коефіцієнт забрудненості (КЗ) є узагальненим показником, що характеризує рівень забрудненості сукупно по низці показників якості води,

які багаторазово виміряні у кількох пунктах (створах) спостережень водних об’єктів[4, 6].

Величина КЗ характеризує кратність перевищення нормативів у долях ГДК. Наприклад, КЗ = 1,2 означає, що нормовані показники якості води даного водного об’єкта (регіону, ділянки) у середньому в 1,2 рази (або на 20%) перевищують ГДК. Іншими словами, якість води у цьому випадку у 1,2 разу гірше нормативного.

Оскільки водний об’єкт призначено для кількох видів водокористування, то при розрахунку КЗ слід враховувати ті нормативи, які висувають найбільш високі вимоги до якості води. Звичайно такими є нормативи якості води для водойм рибогосподарського призначення.

Значення КЗ вираховуються за формулами:

$$\gamma = 0{,}1\sum_{i=1}^{10}\left(\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{n=1}^{N_{ij}}\gamma_{ijn}\right); \tag{3.2}$$

$$\gamma_{ijn} = \begin{cases} \dfrac{C_{ijn}}{ГДК_i}, \text{ якщо } ГДК_i \text{ порушено } (C_{ijn} > ГДК_i), \\ 1, \text{ якщо } ГДК_i \text{ задовольняє } (C_{ijn} \le ГДК_i), \end{cases} \tag{3.3}$$

де i, 10 – порядковий номер і загальна кількість контрольованих показників;

j, J ~- порядковий номер і загальна кількість пунктів (створів) спостережень;

n, N_{ij} - порядковий номер і загальна кількість вимірювань і-го показника в j-му пункті (створі) за період часу, що аналізують (квартал, рік, тощо);

N_i - загальне число вимірювань і-го показника в усіх пунктах (створах) спостережень;

γ_{ijn} - кратність перевищення ГДК при *n*-му вимірюванні *i*-го показника у *j*-му пункті (створі) спостережень.

Значення КЗ розраховується тільки для десяти показників. До складу цих показників включаються ті показники, що у найбільшу міру перевищують значення ГДК. Отримані числові значення КЗ дозволяють оцінити стан води за рівнями забрудненості.

3.4 Оцінка якості води за коефіцієнтом забруднення (КЗ).

Розрахунки коефіцієнта забруднення для поверхневих вод р. Інгулець наведені у таблиці 3.5.

В р. Інгулець 1 км. вище міста Кривий Ріг значення КЗ змінюються від 1.4 в 2008, 2009 та 2010 рр. до 2.9 у 1990 році.

В р. Інгулець с. Садове значення КЗ змінюються від 1.1 до 1.8 1 1991 році.

Згідно числового значення КЗ, поверхневі води р. Інгулець належать до категорії вод з слабким рівнем забруднення. Нормовані показники якості води р. Інгулець у середньому в 3,17 раз (або на 32%) перевищують ГДК. Іншими словами, якість води, у даному випадку, у 3,17 разу гірше нормативного. Спостерігається перевищення гранично-допустимих концентрацій (ГДК) по біохімічному споживанню кисню. Це пов'язано зі скидом стічних вод комунальних та промислових підприємств.

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку КЗ в поверхневих водах р. Інгулець за період 1990-2015 рр.

Рік	р. Інгулець, вище міста Кривий ріг		р. Інгулець, село Садове	
	КЗ	Клас якості води	КЗ	Клас якості води
1990	2,9	Помірно забруднені	1,2	Слабко забруднені
1991	2,5	Слабко забруднені	1,8	Слабко забруднені
1992	1,9	Слабко забруднені	1,5	Слабко забруднені
1993	-	-	-	-
1994	2,4	Слабко забруднені	1,6	Слабко забруднені
1995	1,9	Слабко забруднені	1,3	Слабко забруднені
1996	2,3	Слабко забруднені	1,5	Слабко забруднені
1997	2,5	Слабко забруднені	1,6	Слабко забруднені
1998	2,1	Слабко забруднені	1,5	Слабко забруднені
1999	-	-	1,7	-
2000	-	-	1,4	-
2001	-	-	1,3	-
2002	-	-	1,3	-
2003	-	-	1,1	-
2004	1,6	Слабко забруднені	1,2	Слабко забруднені
2005	2,0	Слабко забруднені	1,1	Слабко забруднені
2006	1,7	Слабко забруднені	1,4	Слабко забруднені
2007	1,5	Слабко забруднені	1,3	Слабко забруднені
2008	1,4	Слабко забруднені	1,1	Слабко забруднені
2009	1,4	Слабко забруднені	1,1	Слабко забруднені
2010	1,4	Слабко забруднені	1,1	Слабко забруднені
2011	1,6	Слабко забруднені	1,1	Слабко забруднені

Продовження таблиці 3.5

2012	1,5	Слабко забруднені	1,2	Слабко забруднені
2013	1,6	Слабко забруднені	1,3	Слабко забруднені
2014	1,6	Слабко забруднені	1,3	Слабко забруднені
2015	1,6	Слабко забруднені	1,2	Слабко забруднені

Протягом досліджуваного періоду спостерігається тенденція зросту вмісту азоту нітратного у воді річки майже вдвічі. Річка зазнає значного впливу стічних вод промислових підприємств особливо після їх біологічної очистки.

Серед забруднюючих речовин у поверхневих водах р. Інгулець значним перевищенням ГДК виділяються феноли та нафтопродукти.

На рисунку 3.3 динаміка середньорічних значень КЗ в басейні р. Інгулець за період 1990 – 2015 роки показала, що відбувається поступове незначне зменшення забруднюючих речовин в водах річки.

Найбільше значення КЗ за середніми значеннями спостерігалося:

- в р. Інгулець 1 км. вище міста Кривий Ріг у 1990 році (КЗ – 2,9), на високий індекс вплинув показник такий як НП (390 мкг/дм^3);

- в р. Інгулець с. Садове у 1991 році (КЗ – 1,8), на високий індекс вплинув показник такий як феноли (4 мкг/дм^3).

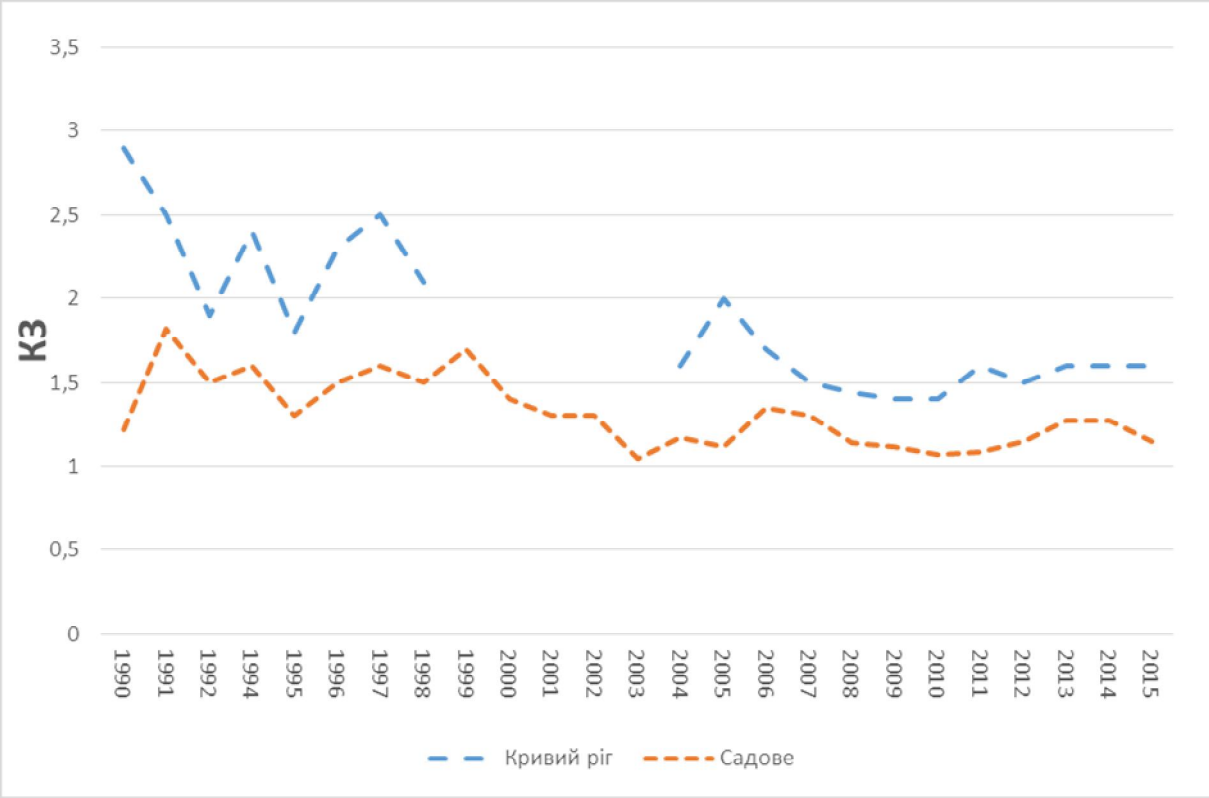

Рисунок 3.3 – Динаміка середньорічних значень КЗ в басейні р. Інгулець за період 1990 – 2015 роки

3.5 Порівняння оцінок якості води за різними методиками

Для порівняння оцінок якості поверхневої води у басейні р. Інгулець використовувалися методика оцінки якості води за коефіцієнтом забруднення (КЗ, методика оцінки якості води за гідрохімічним індексом забруднення води (ІЗВ) та ІЗВ модифіковане.

Порівняльні графіки оцінки якості води за різними методиками поверхневих водах р. Інгулець наведені на рис. 3.4,3.5

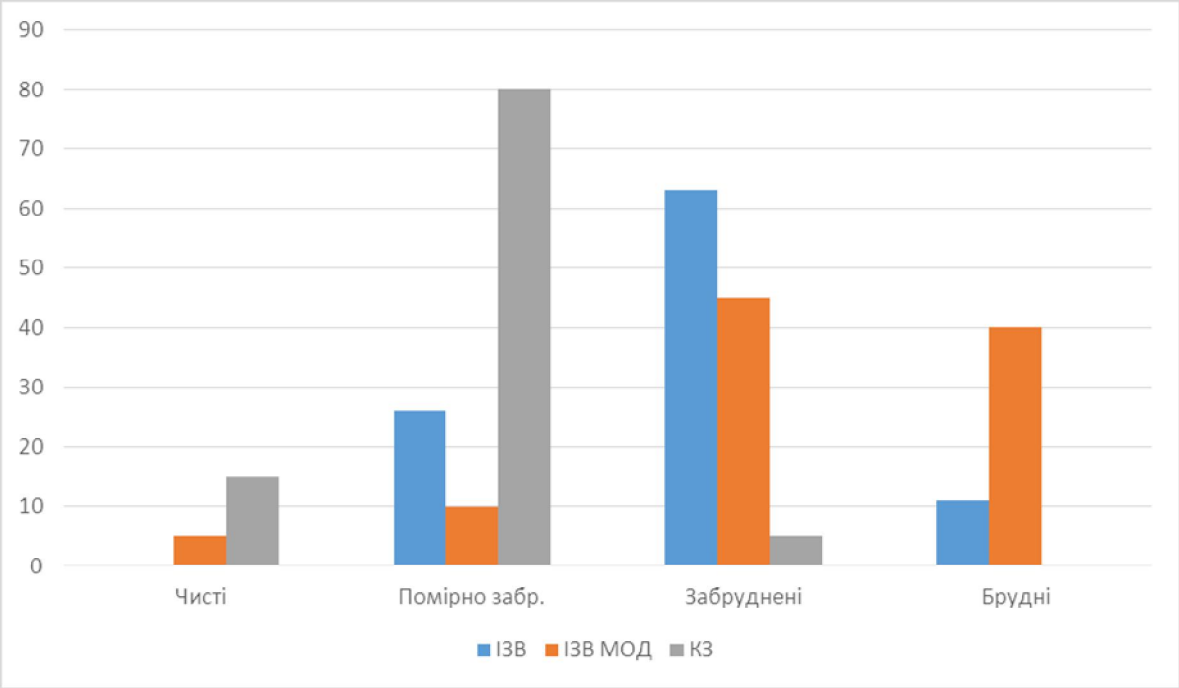

Рисунок 3.4 – Результат розрахунку за класами якості води за різними методиками поверхневих вод р. Інгулець м. Кривий Ріг (вище міста) за період 1995-2015 рр.

На рисунку 3.4 видно, що згідно методики оцінки якості поверхневих вод за коефіцієнтом забруднення (КЗ) вода в р. Інгулець м. Кривий Ріг (вище міста) на 36% чиста і на 64 % помірно забруднена, ця методика включає 10 гідрохімічних показників. Згідно методики оцінки якості води за гідрохімічним індексом забруднення в р. Інгулець м. Кривий Ріг (вище міста)на 12% (ІЗВ) і 7% (ІЗВ модифіковане) води помірно забруднені, 56% (ІЗВ) і 42% (ІЗВ модифіковане) води забруднені, 17% (ІЗВ) і 41% (ІЗВ модифіковане) води брудні це тому, що методика включає лише 6 гідрохімічних показників.

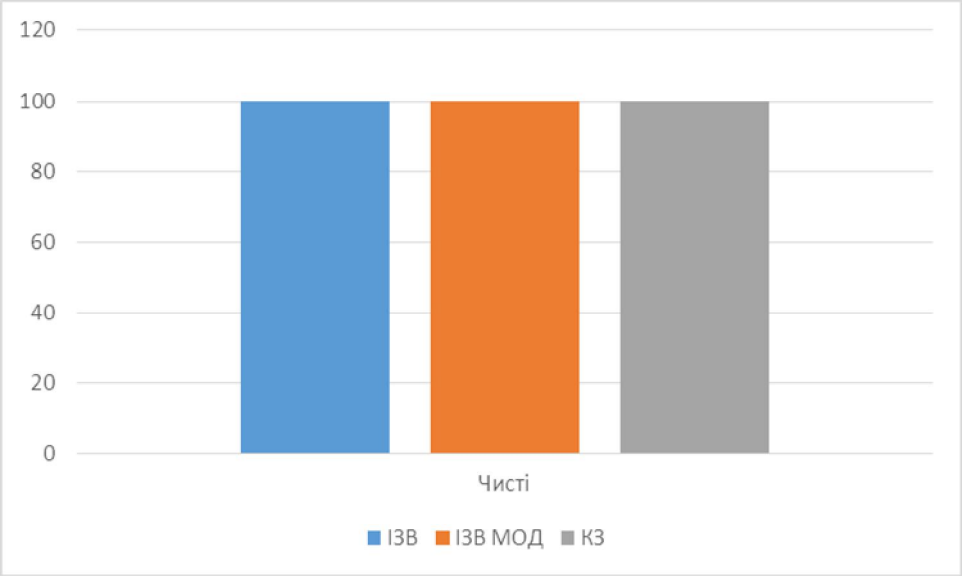

Рисунок 3.5 – Результат розрахунку за класами якості води за різними методиками поверхневих вод р. Інгулець с. Садове за період 1995-2015 рр.

Для пункту р. Інгулець с. Садове оцінка якості води за різними методиками дала однаковий результат, так як в цьому місці води найчистіші.

Аналізуючи наведені графіки, можна дійти висновку, що якість води, що розрахована за методикою ІЗВ та особливо ІЗВ модифіковане, буде гірша. Це пояснюється тим, що для аналізу використовують тільки 6 гідрохімічних показників (для ІЗВ: азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, $БСК_5$ та ІЗВ модифіковане: феноли, нафтопродукти, фосфати, СПАР, розчинений кисень, $БСК_5$), а це найбільші показники забруднення у річці. Методика оцінки якості води за коефіцієнтом забруднення (КЗ) включає 10 показників, що дає можливість більш об’єктивно оцінити забруднення поверхневих вод басейну р.Інгулець.

ВИСНОВКИ

1. Річка Інгулець протікає по території степової зони і характеризується основними особливостями річок степу України.

2. Мінералізація води річки є досить значною, зумовлено це характером підземного живлення. На формування стоку хімічних речовин значний вплив здійснюють засолені морські відклади, багаті солями NaCl і CaSO4, які дренуються річковимиводами, а також антропогенним впливом.

3. Встановлено, що для гідрохімічного режиму річки характерна чітка просторова неоднорідність. У середині басейну максимальні (найгірші) гідрохімічні показники (газовий режим, сольовий склад, біогенні елементи, мікроелементи, специфічні забруднювальні речовини), мінімальні в нижній частині річки- під час весняної повені (період подачі води по каналу Дніпро-Інгулець).

4. У середній частині р. Інгулець протікає по території Криворізького територіально-виробничого комплексу.. Тут знаходиться найбільша кількість екологічно небезпечних об’єктів річкового басейну, які опосередковано чи безпосередньо впливають на гідрохімічний режим річки. Тому впродовж року концентрації забруднюючих речовин мають значний вплив на якість води і її придатність до водоспоживання.

5. В нижній ділянці р. Інгулець гідрохімічний режим характеризується найкращими показниками і залежить від дніпровських вод, що надходять «антирікою» вверх по течії Інгульця на 80 км, проте загальної сезонності у зміні хімічного складу поверхневих вод не виявлено. У січні-лютому під час скидів промислових стічних вод підприємств Кривбасу мінералізація на даній ділянці інколи збільшується до 600 мг/дм^3, при цьому зростають концентрації інших елементів, зокрема важких металів та специфічних забруднювальних речовин.

6. Забруднення біогенними речовинами за період дослідження залишається незмінним, що на сьогодні є однією з найважливіших екологічних проблем для як для поверхневих вод України. так і для р. Інгулець. Ці сполуки

надходять до водних об’єктів зі стічними водами населених пунктів та через застосування добрив у сільському господарстві.

7. Відмічається незначне зменшення надходжень забруднюючих речовин, що можливо пояснюється спадом виробництва в Україні, який почався з 1991 р.

8. Розрахунки за різними методиками показали різні результати. Вода більш забруднена згідно методики оцінки якості води за гідрохімічним індексом забруднення води, що пов’язано з недостатньою кількістю даних.

При наявності даних, треба використовувати більш точну методику, якою є оцінка якості поверхневих вод за коефіцієнтом забруднення (КЗ), що в свою чергу відповідає вимогам «Основної Рамкової Директиви ЄС по воді».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Среднее и Нижнее Поднепровье./ (Под редакцией М.С. Каганера). – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1971. – Т.6., Вип.2. 654 с.

2. Фізична географія Української РСР / Маринич О.М., Ланько О.І., Щербань М.І., Тищенко П.Г.- К. : Вища школа, 1992. 208 с.

3. Хільчевський В.К. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу/ В.К. Хільчевський, Р.Л. Кравчинський, О.В. Чунарьов.- – К. : Ніка-Центр, 2012. 180 с.

4. Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України. Навчально-довідковий посібник. – Одеса, «Астропринт», 2003. 390 с.

5. Руденко Р.В. Про зміну хімічного складу води річки Інгулець / Р.В.Руденко, В.К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – № 8. С. 47–61.

6. Хільчевський В.К.Основи гідрохімії: підручник / В.К. Хільчевський, В.І.Осадчий, С.М. Курило.- 2012, К. : Ніка-Центр, 2012. 312 с.

7. Осадчий В.І. Ресурси та якість поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін. За матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 31 травня 2017 року/ Осадчий В. І.; *ISSN 1027-3239. Вісник НАН України,*№ 8 –2017. С.29 – 45

8. Кравчинський Р.Л. Оцінка гідрохімічного режиму та якість поверхневих вод басейну р. Інгулець / Р.Л. Кравчинський // Збірник наукових праць інституту геологічних наук НАН України. Вип. 2– 2009. С. 256–260

9. Шерстюк Н.П. Результати дослідження гідрохімічних процесів у воді р. Інгулець за 2014-2015 рр./ Н.П.Шерстюк, О.С. Куркуріна // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.1(40). С. 81–89

10 Шерстюк Н.П. Результати дослідження вмісту важких металів у воді річок Інгулець та Саксагань/ Н.П.Шерстюк, С.М. Сердюк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.1(36). С. 101–109.

11 Шерстюк Н.П. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об’єктах Кривбасу /Н.П. Шерстюк, В.К. Хільчевський – Дніпропетровськ: Тов. Акцент ІІІ, 2012. 263 с.

.12.Khilchevskyi V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P., Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2018. 27 (1). P. 68-80.

13.Сніжко С.І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем. К.: Ніка-Центр, 2006. 284 с.

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

Д О Д А Т К И

Додаток А

Таблиця А.1 – Вміст біогенних речовин у р.Інгулець Кривий Ріг та в р.Інгулець Садове за період 1990-2015рр.

Рік	Азот амонію	Азот нітритний	Азот нітратний	Фосфати	Si	Азот Амонію	Азот нітритний	Азот нітратний	Фосфати	Si
1990	2	0,05	0,27	0,11	4,99	0,28	0,02	0,12	0,14	3,4
1991	2,83	0,12	1,16	0,29	6,45	1,68	0,06	0,42	0,31	5
1992	1,37	0,02	0,13	0,13	3,2	0,15	0,01	0,59	0,15	2,9
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	0,57	0,04	0,12	0,23	5,48	0,09	0,01	0,48	0,21	2,6
1995	0,95	0,06	2,01	0,14	3,75	0,20	0,02	0,31	0,24	2,8
1996	0,08	0,01	0,18	-	9,56	0,14	0,01	0,27	0,22	2,8
1997	1,75	0,01	0,26	0,12	2,01	0,23	0,01	0,26	0,24	2,4
1998	0,68	0,01	0,34	0,11	2,76	0,17	0,01	0,10	0,24	-
1999	-	-	-	-	-	0,18	0,01	0,14	0,25	2,2
2000	-	-	-	-	-	0,22	0,01	0,14	0,18	2,3
2001	-	-	-	-	-	0,22	0,01	0,14	0,31	2,4
2002	-	-	-	-	-	0,21	0,00	0,23	0,37	2,2
2003	-	-	-	-	-	0,20	0,00	0,25	0,35	2,4
2004	0,43	0,01	0,49	0,14	2,61	0,29	0,01	0,26	0,28	3
2005	0,53	0,01	0,80	0,08	9,36	0,26	0,01	0,31	0,30	3
2006	0,6	0,05	0,21	0,08	2,61	0,31	0,01	0,36	0,31	3,3
2007	0,37	0,03	0,26	0,07	5,96	0,31	0,01	0,35	0,32	3,6
2008	0,4	0,04	0,86	0,05	3,93	0,33	0,01	0,35	0,31	3,5
2009	0,46	0,05	0,28	0,04	4,08	0,33	0,01	0,34	0,32	3,4
2010	0,19	0,03	0,16	0,07	2,03	0,32	0,01	0,33	0,35	3,4
2011	0,31	0,06	0,38	0,06	2,49	0,34	0,01	0,34	0,32	3,5
2012	0,6	0,05	0,21	0,04	2,6	0,34	0,01	0,34	0,36	3,4
2013	0,41	0,07	0,55	0,04	2,43	0,34	0,01	0,34	0,33	3,5
2014	0,55	0,04	0,27	0,04	2,34	0,34	0,01	0,33	0,33	3,4
2015	0,44	0,04	0,48	0,05	2,59	0,35	0,01	0,34	0,32	3,5

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Результати розрахунків якості води за коефіцієнтом забрудненості (КЗ) р. Інгулець с.Садове

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, $мг/дм^3$	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1990 р.	2,58	0,283	0,12	0,024	68,1	52,1	0,00056	50,7	0	0,003
Конц./ГДК	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	3
КЗ	1,22									

		NH4	NO3	NO2						
Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1991	1,17	1,68	0,423	0,057	37,4	53,1	0,004	27,8	0	0,001
Конц./ГДК	1	4,307692	1	2,85	1	1	4	1	1	1
КЗ	1,815769231									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1992	3,88	0,148	0,585	0,0012	36	39,2	0,0058	33,7	0	0,001
Конц./ГДК	1,293333	1	1	1	1	1	5,8	1	1	1
КЗ	1,509333333									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1994	2,42	0,093	0,475	0,01	45,1	35,5	0,006	35,4	0	0,002
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	6	1	1	2
КЗ	1,6									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1995	2,65	0,195	0,312	0,02	44,1	30,3	0,004	38,5	0	0,001
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1
КЗ	1,3									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1996	3,11	0,137	0,265	0,009	43,2	36,7	0,004	40,2	0	0,003
Конц./ГДК	1,036667	1	1	1	1	1	4	1	1	3
КЗ	1,503666667									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1997	2,84	0,227	0,255	0,008	50,5	37,4	0,006	37,5	0	0,002
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	6	1	1	2
КЗ	1,6									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1998	2,77	0,168	0,103	0,009	55,5	81,3	0,005	38,4	0	0,002
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	5	1	1	2
КЗ	1,5									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1999	2,95	0,18	0,135	0,006	51,4	43,9	0,006	38,4	0	0,003
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	6	1	1	3
КЗ	1,7									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2000	3,36	0,22	0,14	0,007	48,2	44,9	0,004	37,2	0	0,002
Конц./ГДК	1,12	1	1	1	1	1	4	1	1	2
КЗ	1,412									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2001	3,15	0,216	0,136	0,008	41,4	46	0,0026	39,3	0	0,002
Конц./ГДК	1,05	1	1	1	1	1	2,6	1	1	2
КЗ	1,265									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2002	2,56	0,212	0,232	0,004	48,8	48	0,0036	40,6	0	0,001
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	3,6	1	1	1
КЗ	1,26									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2003	2,55	0,195	0,232	0,004	44,6	46	0,0015	34,2	0	0,001
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	1,5	1	1	1
КЗ	1,05									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2004	2,82	0,29	0,262	0,008	45,8	48,8	0,0027	35,5	0	0,001
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	2,7	1	1	1
КЗ	1,17									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2005	2,44	0,258	0,305	0,011	45	50,1	0,0022	41,8	0	0,001
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	2,2	1	1	1
КЗ	1,12									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2006	2,82	0,305	0,35	0,012	50,3	52,1	0,0025	44,8	0	0,003
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	2,5	1	1	3
КЗ	1,35									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2007	3,15	0,305	0,35	0,012	50	49,4	0,0039	45	0	0,001
Конц./ГДК	1,05	1	1	1	1	1	3,9	1	1	1
КЗ	1,295									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2008	3,3	0,328	0,345	0,011	48,5	49,4	0,0023	42,5	0	0,001
Конц./ГДК	1,1	1	1	1	1	1	2,3	1	1	1
КЗ	1,14									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2009	2,76	0,325	0,335	0,011	49	50,2	0,0022	43,7	0	0,001
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	2,2	1	1	1
КЗ	1,12									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2010	2,98	0,323	0,33	0,011	48,5	49,5	0,0017	42,5	0	0,001
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	1,7	1	1	1
КЗ	1,07									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2011	2,9	0,335	0,34	0,012	43,1	49,9	0,0019	43,8	0	0,001
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	1,9	1	1	1
КЗ	1,09									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2012	2,96	0,339	0,335	0,012	50,5	51,3	0,0025	45,9	0	0,001
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	2,5	1	1	1
КЗ	1,15									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2013	3,14	0,34	0,34	0,013	47,6	49,9	0,0027	22,5	0	0,002
Конц./ГДК	1,046667	1	1	1	1	1	2,7	1	1	2
КЗ	1,274666667									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2014	2,97	0,34	0,33	0,012	47,6	21,9	0,0027	50,4	0	0,002
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	2,7	1	1	2
КЗ	1,27									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2015	2,9	0,345	0,335	0,012	49,6	50,5	0,0025	46,2	0	0,001
Конц./ГДК	1	1	1	1	1	1	2,5	1	1	1
КЗ	1,15									

Таблиця Б.2 – Результати розрахунків якості води за коефіцієнтом забрудненості (КЗ) р. Інгулець вище м. Кривий ріг

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1990	2,25	2,012	0,271	0,049	322,8	156,3	0,005	113,5	0,06	0,008
Конц./ГДК	1	5,1589744	1	2,45	3,228	1	5	1	1,2	8
КЗ	2,903697436									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1991	2,46	2,827	1,16	0,016	380	138	0,0041	106,8	0,06	0,004
Конц./ГДК	1	7,2487179	1	1	3,8	1	4,1	1	1,2	4
КЗ	2,534871795									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1992	2,16	1,365	0,128	0,021	329	160	0,0021	77,3	0,06	0,004
Конц./ГДК	1	3,5	1	1,05	3,29	1	2,1	1	1,2	4
КЗ	1,914									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1994	2,94	0,565	0,124	0,041	200	147	0,0079	86,7	0	0,006
Конц./ГДК	1	1,4487179	1	2,05	2	1	7,9	1	1	6
КЗ	2,439871795									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1995	2,91	0,953	2,01	0,057	183	120	0,0025	156	0	0,004
Конц./ГДК	1	2,4435897	1	2,85	1,83	1	2,5	1	1	4
КЗ	1,862358974									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1996	3	0,08	0,18	0,009	192	54	0,0059	107	0	0,008
Конц./ГДК	1	1	1	1	1,92	1	5,9	1	1	8
КЗ	2,282									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1997	2,56	1,75	0,255	0,112	468	176	0,0014	112	0	0,004
Конц./ГДК	1	4,4871795	1	5,6	4,68	1	1,4	1	1	4
КЗ	2,516717949									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 1998	2,45	0,68	0,335	0,037	500	142	0,0034	83,1	0	0,004
Конц./ГДК	1	1,7435897	1	1,85	5	1	3,4	1	1	4
КЗ	2,099358974									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2004	2,66	0,426	0,486	0,027	359,7	87,3	0,0032	162,1	0,02	0,002
Конц./ГДК	1	1,0923077	1	1,35	3,597	1	3,2	1	1	2
КЗ	1,623930769									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2005	2,73	0,53	0,8	0,042	292	64,4	0,0055	152	0	0,003
Конц./ГДК	1	1,3589744	1	2,1	2,92	1	5,5	1	1	3
КЗ	1,987897436									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2006	2,45	0,602	0,213	0,049	246	61,2	0,0036	147	0,01	0,002
Конц./ГДК	1	1,5435897	1	2,45	2,46	1	3,6	1	1	2
КЗ	1,705358974									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2007	2,96	0,374	0,258	0,032	229	67,3	0,0026	320	0	0,002
Конц./ГДК	1	1	1	1,6	2,29	1	2,6	1,0666667	1	2
КЗ	1,455666667									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2008	2,4	0,4	0,857	0,042	248	52,6	0,0018	178	0	0,002
Конц./ГДК	1	1,025641	1	2,1	2,48	1	1,8	1	1	2
КЗ	1,440564103									

,

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2009	2,38	0,463	0,34	0,045	296	104	0,0013	162	0,02	0,0015
Конц./ГДК	1	1,1871795	1	2,25	2,96	1	1,3	1	1	1,5
КЗ	1,419717949									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2010	2,42	0,189	0,16	0,033	251	109,5	0,002	151	0,05	0,002
Конц./ГДК	1	1	1	1,65	2,51	1	2	1	1	2
КЗ	1,416									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2011	2,37	0,306	0,383	0,06	243,4	78,1	0,0025	143,8	0	0,002
Конц./ГДК	1	1	1	3	2,434	1	2,5	1	1	2
КЗ	1,5934									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2012	2,51	0,602	0,213	0,049	148,9	63,4	0,0034	163,5	0	0,0015
Конц./ГДК	1	1,5435897	1	2,45	1,489	1	3,4	1	1	1,5
КЗ	1,538258974									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2013	2,73	0,409	0,554	0,065	239	92,7	0,0025	173	0	0,0015
Конц./ГДК	1	1,0487179	1	3,25	2,39	1	2,5	1	1	1,5
КЗ	1,568871795									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2014	3,12	0,548	0,274	0,043	217	73,1	0,0028	114	0,01	0,002
Конц./ГДК	1,04	1,4051282	1	2,15	2,17	1	2,8	1	1	2
КЗ	1,556512821									

Назва показників	$БСК_5$	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	SO_4	Ca^{2+}	Cr^{6+}	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли
ГДК, мг/дм3	3	0,39	9,1	0,02	100	180	0,001	300	0,05	0,001
Концентрація за 2015	2,59	0,443	0,484	0,043	307	95,8	0,0026	172	0	0,002
Конц./ГДК	1	1,1358974	1	2,15	3,07	1	2,6	1	1	2
КЗ	1,595589744									