

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки
Кафедра екології та охорони довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: Закономірності просторово-часових змін складу води річки Інгулець

Виконав студент 2 курсу групи МЕБ-19
спеціальності 101- Екологія
Кабак Ігор Сергійович

Керівник к.геогр.н., доцент
Романчук Марина Євгенівна

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

Одеса 2021

ЗМІСТ

	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	9
	ВСТУП.....	10
1	ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ Р. ІНГУЛЕЦЬ.....	12
2	ГОСПОДАРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ. ПІДПРИЄМСТВА-ЗАБРУДНЮВАЧІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ БАСЕЙНУ Р.ІНГУЛЕЦЬ.....	15
3	ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ	19
4	ХАРАКТЕРИСТИКА МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ В БАСЕЙНІ Р.ІНГУЛЕЦЬ	23
	4.1 Характеристика мінералізації води та головних іонів в межах пункту р.Інгулець – м.Кривий Ріг.....	23
	4.2 Часові зміни якості води р.Інгулець – с.Садове за мінералізацією та її складовими.....	31
	4.3 Порівняльна характеристика мінералізації води та головних іонів в воді р.Інгулець в межах трьох створів.....	36
5	5 АНАЛІЗ ЗМІН У ЧАСІ РЗЧИНЕНОГО КИСНЮ, ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН ТА БІОХІМІЧНОГО СПОЖИВАННЯ КИСНЮ.....	43
	5.1 Зміни розчиненого кисню та БСК ₅ в воді р.Інгулець – м.Кривий Ріг за період 2011-2015 рр.....	43
	5.2 Зміна температури води, розчиненого кисню та БСК ₅ р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015 рр.....	44
	5.3 Порівняльна характеристика концентрацій завислих речовин, розчиненого кисню та БСК ₅ в воді р.Інгулець в межах	

		3
	трьох створів.....	47
6	АНАЛІЗ ЗМІН У ЧАСІ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН В ВОДІ Р.ІНГУЛЕЦЬ.....	50
	6.1 Характеристика змін біогенних речовин в межах створу р.Інгулець – м.Кривий Ріг.....	50
	6.2 Характеристика змін біогенних речовин в межах створу р.Інгулець – с.Садове.....	54
	6.3 Порівняльна характеристика концентрацій біогенних речовин в межах трьох створів дослідження на р.Інгулець.....	56
7	АНАЛІЗ ЗМІН У ЧАСІ РЕЧОВИН ТОКСИЧНОЇ ДІЇ В МЕЖАХ ТРЬОХ СТВОРІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА Р.ІНГУЛЕЦЬ.....	60
	7.1 Характеристика змін у часі речовин токсичної дії в межах р.Інгулець – м.Кривий Ріг.....	60
	7.2 Характеристика змін у часі речовин токсичної дії в межах р.Інгулець – с.Садове.....	66
	7.3 Порівняльна характеристика концентрацій речовин токсичної дії в межах трьох створів дослідження на р.Інгулець...	68
8	РОЗРАХУНОК ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ (ІЗВ ТА ІЗВМОД.).....	71
9	ЗАХОДИ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ Р.ІНГУЛЕЦЬ.....	80
	ВИСНОВКИ.....	82
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	86
	ДОДАТКИ.....	88

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

УкрГМІ - Український гідрометеорологічний інститут

ГЕС – гідроелектростанція

ВАТ – відкрите акціонерне товариство

смт – селище міського типу

ПАТ – приватне акціонерне підприємство

КП – комунальне підприємство

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

ДПП – державне промислове підприємство

ГДКрг. – гранично-допустима концентрація для об'єктів рибогосподарського використання

БСК₅ – біохімічне споживання кисню за 5 діб

СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини

ХСК – хімічне споживання кисню

ВСТУП

Річка Інгулець являється найбільшою правою притокою нижньої течії Дніпра. Протікає в межах густонаселених промислових районів Кіровоградської, Дніпропетровської, Миколаївської та Херсонської областей.

Інгулець зазнав значних порушень природного режиму, починаючи з 60-х років ХХ століття. Гірничорудна промисловість, швидке зростання металургійної та хімічної галузі, інтенсивне зрошування в басейні, спорудження водосховищ у верхній і середній течії та ін. призвели до поступового занепаду річки.

Води річки піддаються забрудненню промисловими стоками криворізьких та інгулецьких гірничо-збагачувальних комбінатів. Особливо негативний вплив на якість води справляють речовини токсичної дії, такі як: шестивалентний хром, феноли, цинк, манган, мідь, що поступають зі стічними водами. Тому аналіз змін якості води у часі та просторі являється *актуальною задачею*.

Аналіз якості води Інгульця проводився в трьох створах спостереження: р.Інгулець-м.Кривий Ріг (1 км вище міста), р.Інгулець-м.Кривий Ріг (1 км нижче міста) та р.Інгулець – с.Садове (1,2 км нижче селища).

Мета роботи. Аналіз впливу м.Кривий Ріг та с.Садове на розподіл речовин в басейні р.Інгулець за період 2011-2015рр.

Об'єктом дослідження являється басейн р.Інгулець.

Предмет дослідження – просторово-часові зміни якості води р.Інгулець за мінералізацією та головними іонами; за вмістом розчиненого кисню, завислих речовин, БСК₅; за концентрацією біогенних речовин (азотної групи, кремнію, фосфатів) та речовин токсичної дії.

Вихідними матеріалами для аналізу якості води являються дані спостережень, які надані відділом гідрохімії Українського гідрометеорологічного інституту (УкрГМІ).

По темі кваліфікаційної роботи магістра було опубліковано четверо тез на Міжнародних конференціях; по одній – на Всеукраїнській конференції та Конференції Молодих вчених та три статті, одна з яких фахова.

Приймав участь в кафедральній темі: «Техногенне навантаження на складові довкілля регіонів Північно-західного Причорномор'я» №ДР 0120U105060 2020 р. (розділ 2.4).

1 ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ Р.ІНГУЛЕЦЬ

Течія. Довжина річки Інгулець 549 км. Початок річки в заболоченій балці біля с. Топіло Знамерського району Кіровоградської області на висоті 175 метрів. Тече по Придніпровській висоті по території Кіровоградській і Дніпропетровській областей України. У нижній течії протікає по Причорноморській низовині в межах Миколаївської і Херсонської областей. Нижче с.Тарасовки (Белозерський район Херсонської області) Інгулець утворює лиман шириною до 1 км і впадає в Дніпро декількома рукавами в 45 км від гирла останнього, біля с. Садове. Від гирла Інгульця до Херсону 20 км по руслу Дніпра.

Висота гирла над рівнем моря – 0,1 м. Падіння ріки складає 175 м, нахил річки – 0,32 м/км (у верхній течії до 1,2 м/км). Скорість річки на плесах незначна, на перекатах 0,2 – 0,5 м/сек (0,72 – 1,8 км/ч).

Режим. Замерзає Інгулець в грудні, відтаює – у березні. Живлення ріки переважно за рахунок снігу. Середні витрати води біля с. Могильовка 8,5м³/с. Площа басейну річки 13 700 км². Долина річки у верхній течії трапецієподібна шириною до 1 км, на окремих ділянках утворює неглибокі каньйони. В середній течії переважно V – подібна, схили долин висотою 25 – 35 м круті, іноді пологі, розсічені балками і кручами. Пройма річки 60 – 120м. У нижній течії долина терасована (3 – 4 чітко виражені тераси), шириною до 5 км, заплави шириною до 1,5 км. Зустрічаються заболочені ділянки, солончаки.

Гідроспоруди. Верхній відрізок річки зарегульований дамбами Карачунівського і Іскрівського водосховищ. Крім того існує дамба ГЕС в смт. Велика Олександрівка. Насипні дамби в Інгульці, Білоусівки, Молій Олександрівки, Запоріжжі. Гідрологічні пости біля Александрії, Кривого Рогу, Могильовки.

Використання. Річка судохідна на відстані 109 км від гирла річки до смт.Калинінське. Вода використовується для зрошення і водопостачання, для вирішення водних проблем Миколаївської та Херсонської областей, в 1958 році збудована Інгулецька зрошувально-обвідна система. У зв'язку з забрудненням річних вод промисловими стоками, для водозабезпечення Кривбасу побудований канал Дніпро – Інгулець, який бере свій початок в районі Кременчука.

Фауна. В річці Інгулець зустрічаються тюлька, краснопюрка, плотва, укля, головань, карась, карп, окунь, тарань, рибець, чехонь, жерех, сазан, судак, щука, , лящ, толстолоб, сом. Видовий склад зменшується по мірі віддалення від гирла вверх за течією. Розповсюджене риболовство. У зв'язку з дуже великою забрудненістю вод промисловими стоками криворізьких та інгулецьких гірничо-збагачувальних комбінатів, одиничні рекреаційні зони відпочинку знаходять у занепаді.[1,2].

Населені пункти. Вниз за течією: Александрія, Петрово, Кривий Ріг, Широке, Інгулець, Миколаївка, Велика Олександрівка, Каїнінське, Снігерівка.

Водний режим та притоки. На Криворіжжі водні ресурси представлені водами річок і штучних водоймищ, підземними водами кількох водоносних горизонтів. Водні ресурси поверхневих водних об'єктів зазнали значного зарегулювання поверхневого стоку (на р. Саксагань і р. Інгулець). На річках, у балках та подах Кривбасу створено 5 водосховищ і понад 100 ставків. Територія Кривбасу належить до південної частини Українського басейну тріщинних вод (частини Широківського, Апостолівського районів, Криворізький, Софіївський і П'ятихатський райони) .[1].

Від витoku до гирла протікають річки: Березівка (л), Березавець (л), Кам'янка(л), Вовнянка (л), Бешка (п), Велика Вербляжка (п), Велика Водяна (п), Березнегова (л), Зелена (л), Жовта (л), Бокова (п), Саксагань (л), Велика Грушевата (л), Велика Кобильна (л), Велика Найдена (п), Висунь (п) .[1].

Корисні копалини. Криворіжжя – один із найбагатших на корисні копалини регіонів України. Найбільш важливими серед відомих родовищ є рудні родовища, поклади мармуру, доломітів (40% балансових запасів України), покрівельних та талькових сланців, сурику, охри, мумії, будівельних пісків, суглинків, скандію, ванадію. У наш час у Кривбасі добуваються три основні промислові типи залізних руд: багаті руди, які безпосередньо використовуються у металургії, магнетитові і окислені залізисті кварцити, які потребують збагачення. Багаті руди залягають головним чином серед окислених кварцитів, утворюючи близько 300 рудних покладів. Крім того, на Криворіжжі є і унікальне у своєму роді виробне каміння, представлене променистим кварцом – різноманітні природні "котячі", "змійні", "соколинні", "тигрові очі" та криворізька яшма. [3]

Клімат. Клімат степовий, атлантично-континентальний, спекотне посушливе літо, помірно м'яка з частими відлигами зима. Середньорічна температура повітря становить +8,5°C. Середня температура повітря у липні +22,2°C, у січні – -5,1°C. Тривалість безморозного періоду 175 днів. Криворіжжя відноситься до посушливих районів України, кількість атмосферних опадів 400-450 мм/рік (з максимумом на початку літа). Пересічний річний показник відносної вологості повітря 72%. [3]

Кривий Ріг – місто обласного підпорядкування Дніпропетровської області, розташоване в центральній частині Українського кристалічного масиву у степовій зоні України на злитті річок Інгулець і Саксагань, які входять до басейну р.Дніпро. Водні ресурси поверхневих водних об'єктів використовуються через значне зарегулювання поверхневого стоку (на р.Саксагань і р.Інгулець). На ріках, у балках та подах Кривбасу створено 5 водосховищ і понад 100 ставків. Місто має потужний гірничо-металургійний комплекс. Переважна номенклатура: залізна руда, концентрат, агломерат, окатиші, чавун, сталь, готовий прокат (арматура, куток, катанка). Питома вага гірничо-металургійного комплексу – 93,4% загальних обсягів промислового виробництва в місті.[3]

2 ГОСПОДАРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ. ПІДПРИЄМСТВА-ЗАБРУДНЮВАЧІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ БАСЕЙНУ Р.ІНГУЛЕЦЬ

Господарська діяльність в басейні р.Інгулець має складну та багатогалузеву структуру [4].

Видобуток і переробка залізної руди пов'язана з великою кількістю відкачки і використання води. Водогосподарська обстановка гірничорудних підприємств Кривбасу характеризується надлишком зворотних вод. Шахтні і кар'єрні води відкачуються з метою забезпечення безпечних умов відпрацювання рудних покладів. Значна концентрація потенційно небезпечних об'єктів на території міста (шахти, кар'єри, відвали, хвостосховища, відпрацьовані пустоти, тощо), які за умови припинення відкачки підземних вод або переповнення накопичувачів неминуче стануть джерелом розвитку надзвичайних ситуацій та техногенних катастроф. Відсутність реальної альтернативи повного використання або утилізації надлишків зворотних вод диктує необхідність у щорічному вживанні заходів зі скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу (ст. 74 Водного кодексу України). Щорічно діючими гірничорудними підприємствами міста Кривий Ріг відкачується близько 40,0 млн.м³ підземних вод, із яких 17-18 млн.м³ високомінералізовані шахтні води, більшість з яких акумулюється в ставку-накопичувачі шахтних вод балки Свистунова, а в осінньо-зимовий період на підставі розпорядження Кабінету Міністрів України та згідно з регламентом скидаються у річку Інгулець [3].

На рис. 2.1 представлений графік, що показує об'єми скиду недостатньо очищених (НДО) стічних вод в басейн р.Інгулець основними підприємствами-забруднювачами.

Видно, що на протязі всього періоду 2012-2015 рр. найбільша кількість стічних вод потрапляла від комунального підприємства КП “Жовтоводський водоканал”, яке скидало недостатньо очищені води в притоку Інгульця – річку Жовту. Найбільші об'єми скиду спостерігались в 2012 році і склали

3306,4 тис.м³. Можна зазначити, що з цього року об'єми НДО поступово зменшувались у часі.

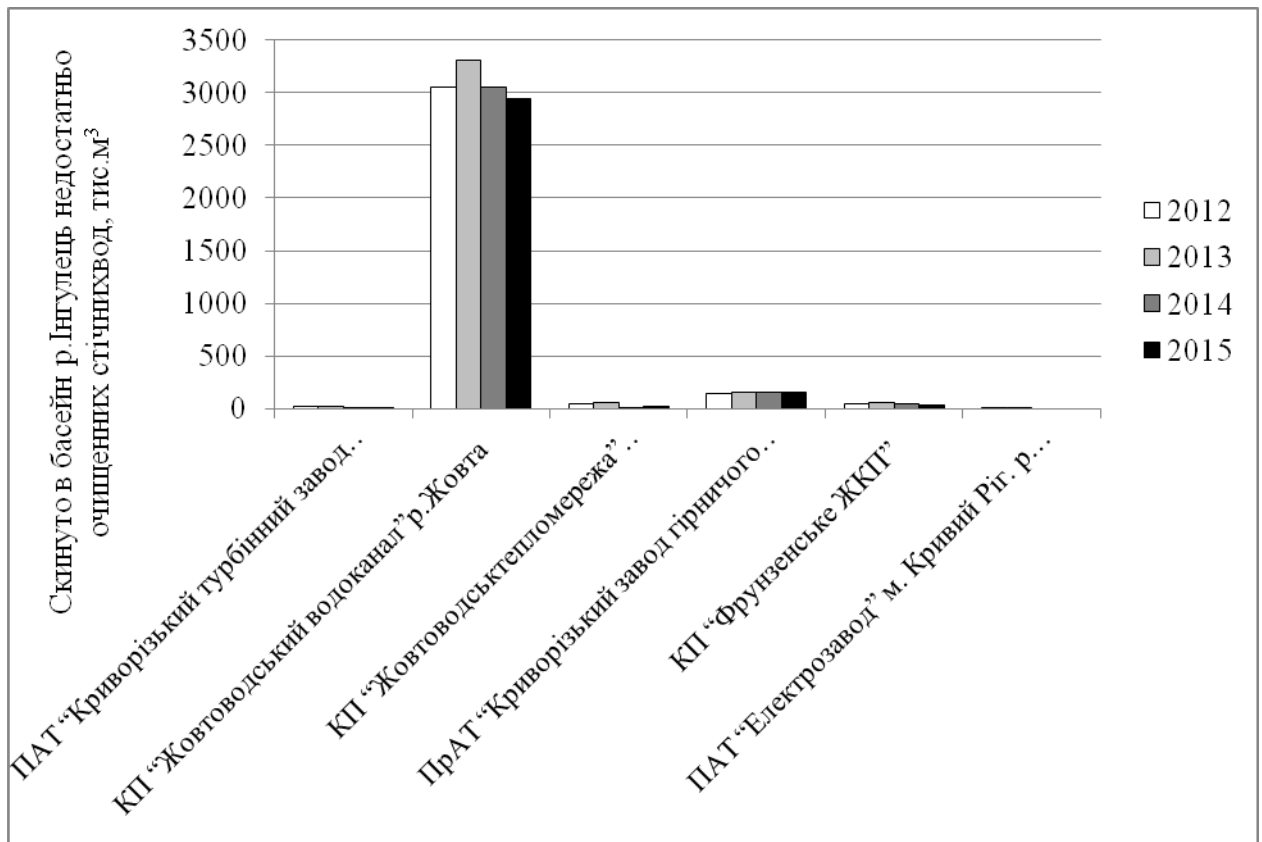


Рисунок 2.1 – Об'єми скиду недостатньо очищених стічних вод в басейн р.Інгулець за 2012-2015 рр. (побудовано автором за [3, 5])

На рис.2.2 наведені дані по основних підприємствах - забруднювачах, які скинули нормативно очищені (НО) стічні води в басейн р.Інгульця за 2012-2015 рр. Об'єми скиду підприємством ПАТ "Криворізький залізорудний комбінат" коливались від 3833,9 (2014 р.) до 4584,6, причому в 2015 році об'єми скиду були найбільшими за період дослідження.

Поступове зменшення об'ємів скиду нормативно очищених вод спостерігалось по підприємству ШУ ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" з 3673,1 тис.м³ (2012 р.) до 3066,4 тис.м³ (2015 р.). Найбільші ж об'єми були скинуті

підприємством ТОВ “Терра Консалтінг”, де в 2012 році було скинуто 9834,7 тис.м³, в 2013 – 6510 тис.м³, в 2014 р. - 7948,4 тис.м³, а за 2015 рік – дані відсутні.

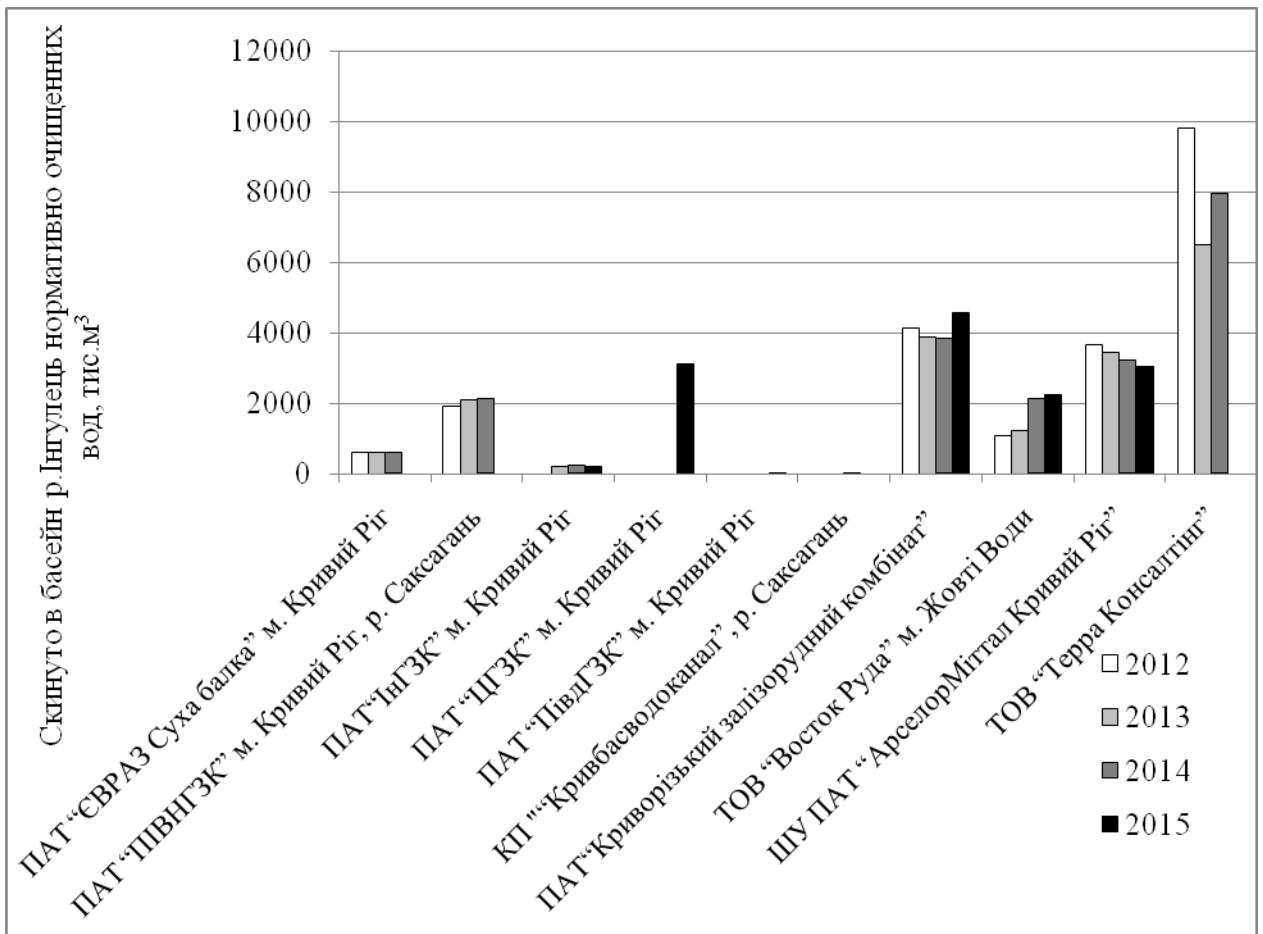


Рисунок 2.2 – Об’єми скиду нормативно очищених стічних вод в басейн р.Інгулець за 2012-2015 рр. (побудовано автором за [3, 5])

Комунальне підприємство «Кривбасводоканал» скидає стічні води в три річки: р.Інгулець, р.Кам’янку та р.Саксагань. Саме цим підприємством тільки за 2015 рік (рис. 2.3) було скинуто в р.Кам’янку найбільшу кількість стічних вод – 49031 тис.м³.

Всього за 2015 рік було скинуто 75 103,423 тис.м³, з них шахтної води (ставок-накопичувач балки Свистунова) - 11 578,10 тис.м³, обсяг фільтрування - 297,5 тис.м³ (рис.3.4). Як відомо, шахтні води мають підвищену мінералізацію.

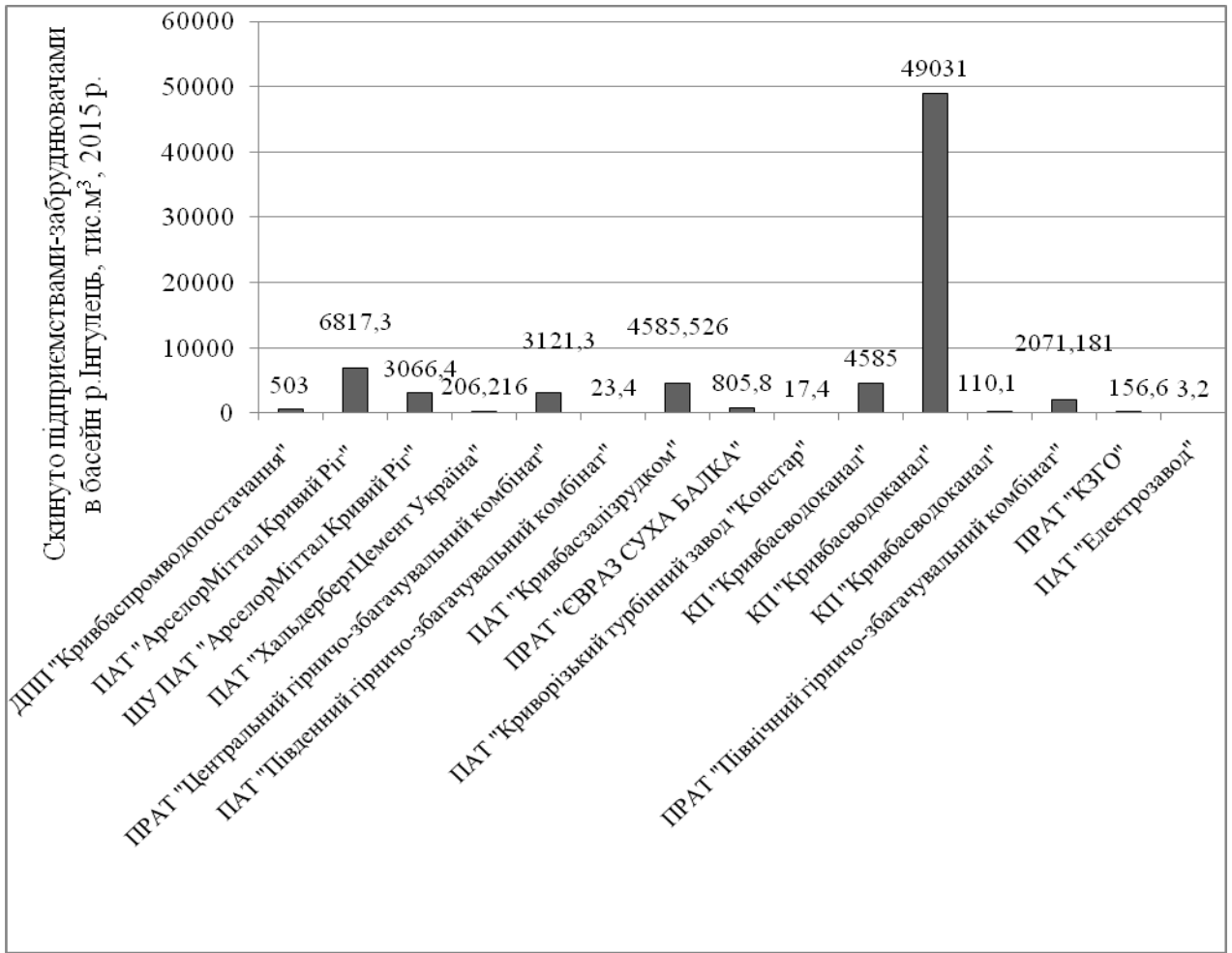


Рисунок 2.3 – Об’єми скиду стічних вод підприємствами-забруднювачами в басейн р.Інгулець за 2015 рік (побудовано автором за [3, 5])

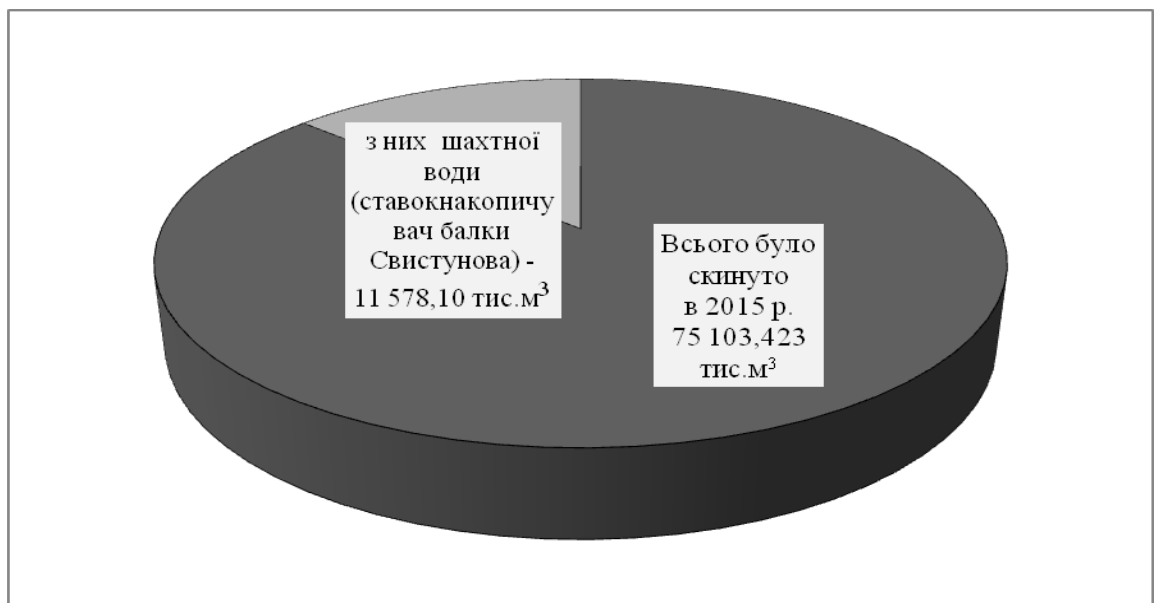


Рисунок 2.4 – Загальні об’єми скиду стічних вод підприємствами-забруднювачами в басейн р.Інгулець за 2015 рік (побудовано автором за [3])

В табл. 3.1 наведені об'єми водопостачання в м.Кривий Ріг, розподіл цих обсягів води на господарсько-побутові та виробничі потреби, їх зміни протягом 2010-2015 рр. Також в табл. 3.1 за той же період приводяться обсяги води на водовідведення.

Таблиця 3.1 - Основні показники стану водоспоживання та водовідведення в м.Кривий Ріг, млн.м³ [3]

Показники	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. Водопостачання, фактично використано, всього, у т.ч. на:	173,3	163,7	151,9	152,8	160,6	165,4
Господарсько – побутові потреби (питна вода)*	86,5	77,1	72,4	73,5	73,6	71,5
Виробничі потреби, всього, у т.ч.:	86,8	86,6	79,5	79,3	87,0	93,7
технічна	43,9	38,3	43,8	44,5	52,1	33,4
очищена стічна	3,3	-	-	-	-	16,5
підземна (шахтна, кар'єрна)	10,1	12,8	11,4	12,8	13,1	23,6
питна вода*	29,5	35,5	24,3	22,0	21,8	20,2
2.Водовідведення, всього, у т.ч.:	152,5	139,5	135,9	150,0	140,5	131,6
обсяг стічної води, що повторно використовується	23,5	19,9	22,4	27,1	22,9	22,8
виробничої стічної води	10,4	8,6	7,8	5,7	7,6	7,3
господарсько-побутові стічні води	70,9	66,0	68,0	78,1	71,5	62,0
шахтні (кар'єрні) води	44,5	42,7	35,6	36,6	36,0	37,0
зливові стоки	3,2	2,3	2,1	2,5	2,5	2,5
3. Наявність та потужність очисних споруд виробничих стоків	216,7	212,5	213,3	166,0	169,7	165,4
4. Витрати в системі оборотного водопостачання	2885,7	3146,5	3104,2	3065,7	2922,1	2834,5

*- питна вода, що використана на господарсько-побутові та виробничі потреби протягом року

На рис.3.2 зображений розподіл по роках об'ємів води, що забираються на водопостачання м.Кривий Ріг. Видно, що найменші об'єми як на господарсько-побутові, так і виробничі потреби, використовувались в 2012-2013 рр. Простежується певне зменшення обсягів води у часі на господарсько-побутові потреби (що свідчить про ощадливе використання питної води в місті) і збільшення до 2015 року – на виробничі.

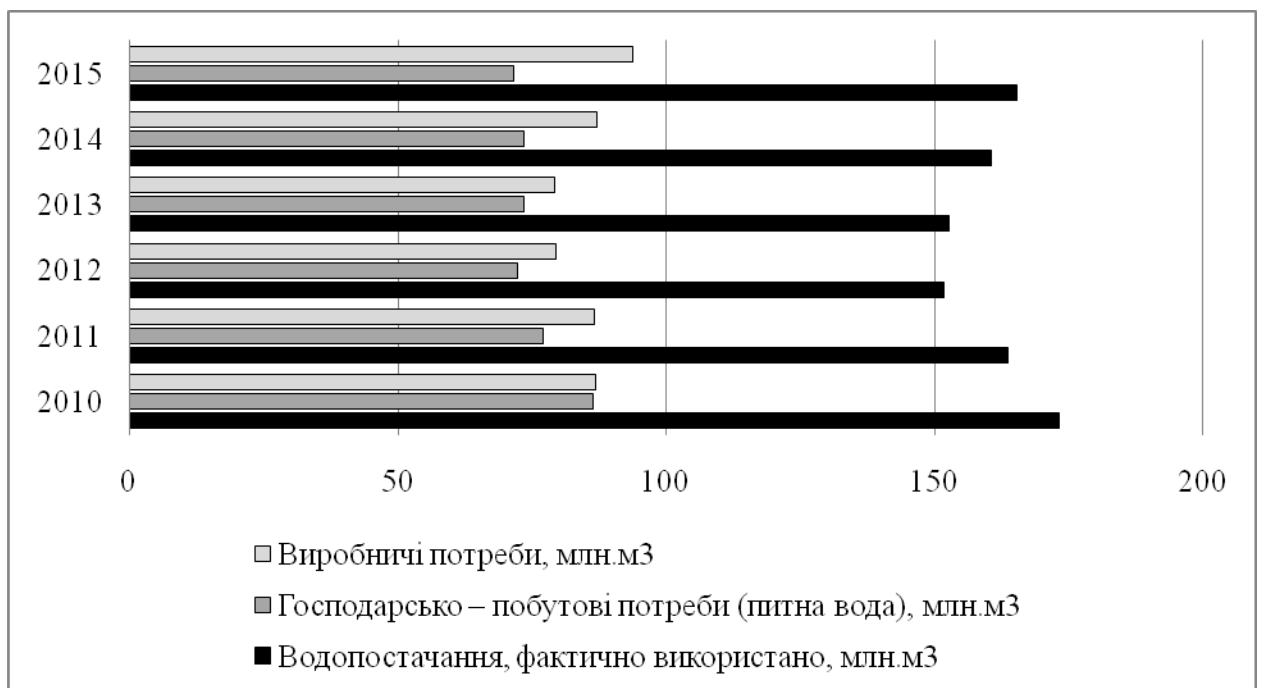


Рисунок 3.2 – Фактичне водопостачання та витрати води на виробничі і господарсько-побутові потреби, (побудовано автором за [3])

КП "Кривбасводоканал" здійснює послуги водовідведення від населення, підприємств, установ та організацій міста Кривий Ріг. Основна частина мереж водовідведення введена в експлуатацію в 70-х роках й експлуатується більше 40-ка років. Фізичне зношення мереж становить 879,783 км, що є основною проблемою при їх експлуатації. Рис.3.3 свідчить, що найвищі показники по водовідведенню спостерігались в 2010 та 2013 роках, і зменшились до мінімальних значень у 2015 році. Це свідчить про те, що на підприємствах ведеться робота по зменшенню об'ємів стічних вод, що

скидаються в водні об'єкти і як слідство – до зменшення забруднюючих речовин. Але, обсяги водопостачання зростали з 2012 до 2015 рр. і досягли практично тих значень, які були в 2010, тобто максимальними за період спостереження.

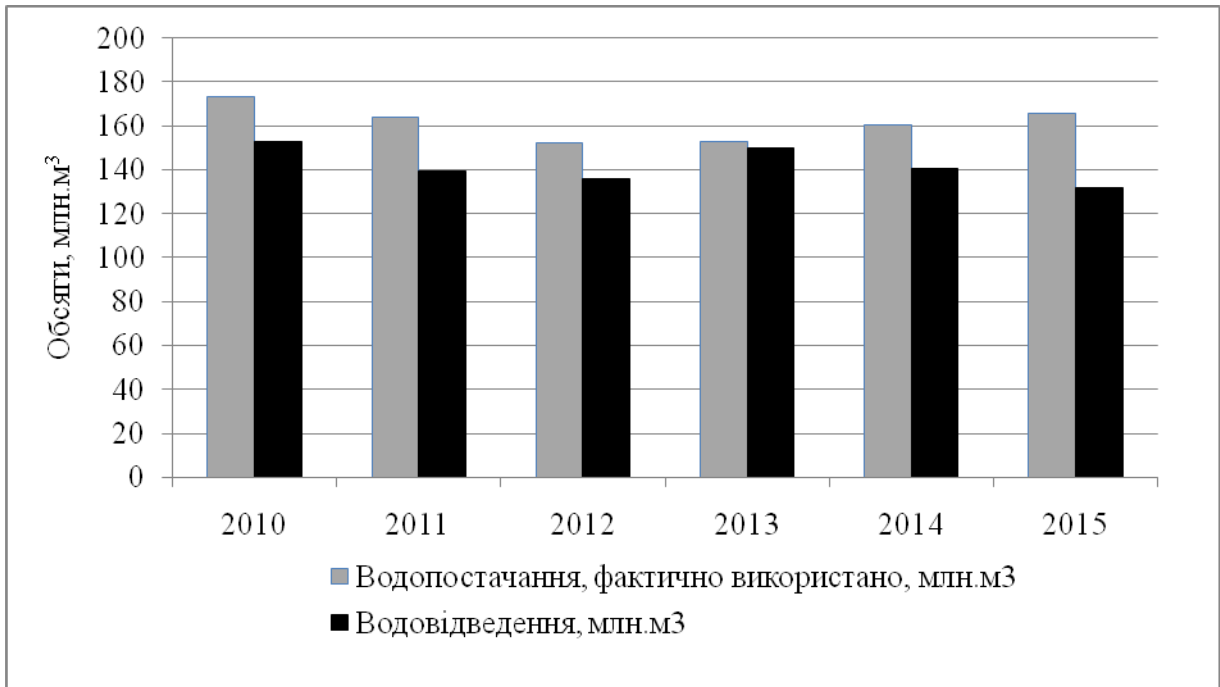


Рисунок 3.3 – Порівняння обсягів водопостачання та водовідведення, млн..м³ (побудовано автором за [3])

В даний час в місті Кривому Розі виконуються проектні роботи щодо реконструкції споруд біологічного очищення стічних вод Центральної станції аерації з втіленням технологій нітри-, денітрифікації та дефосфатизації.

Основними підприємствами – забруднювачами водних об'єктів, які скидали стічні води в водойми в 2015 році, являються: ДПП "Кривбаспромводопостачання"; ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"; ШУ ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"; ПАТ "ХальдербергЦемент Україна"; ПРАТ "Центральний гірничо-збагачувальний комбінат"; ПАТ "Південний гірничо-збагачувальний комбінат"; ПРАТ "Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат"; ПРАТ "Північний гірничо-збагачувальний комбінат"; ПАТ "Кривбасзалізрудком"; КП "Кривбасводоканал"; ПАТ "Електрозавод" та ін.

4 ХАРАКТЕРИСТИКА МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ В БАСЕЙНІ Р.ІНГУЛЕЦЬ

4.1 Характеристика мінералізації води та головних іонів в межах пункту р.Інгулець – м.Кривий Ріг

Висновки та результати, які отримані в даному розділі, були опубліковані в [1, 2, 3 Додатку А] у співавторстві з науковим керівником.

Мінералізація води в р.Інгулець – м.Кривий Ріг залежить не тільки від природних чинників, але й від антропогенного втручання. На концентрацію мінералізації впливають зворотні води гірничорудних, гірнично-збагачувальних підприємств Кривбасу, а також основних приток.

Діапазон коливань і абсолютні значення мінералізації води основних приток змінюються в досить широких межах. Так, в період скидів промислових стічних вод в зимовий період до р.Саксагань загальна мінералізація води підвищується до 6 г/дм³ і більше. [3].

За мінералізацією склад води на 90% визначається вмістом основних іонів. До них належать аніони: хлориди, сульфати, гідрокарбонати (Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃) та катіони: кальцій, магній, калій та натрій (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺).

Графік середньорічних значень мінералізації в створі р.Інгулець-м.Кривий Ріг представлений на рис. 4.1. Видно, що коливання концентрацій вище та нижче міста майже синхронні.

Концентрації мінералізації в 1 км вище Кривого Рогу змінювались від 667,4 мг/дм³ (2014 р.) до 857,4 мг/дм³ (2012 р.), тобто не перевищували 1000 мг/дм³ і належали до прісних олігогалінних [7]. В 1 км нижче міста концентрації збільшились і на протязі всього часу були вищими за 1000мг/дм³. Вони змінювались в межах 1092 мг/дм³ (2014 р.) – 1424 мг/дм³ (2011р.) і вода за критерієм мінералізації характеризувалась як солонувата β-мезогалінна.

Внутрішньорічний розподіл значень мінералізації вище створу р.Інгулець – м.Кривий Ріг представлений на рис. 4.2

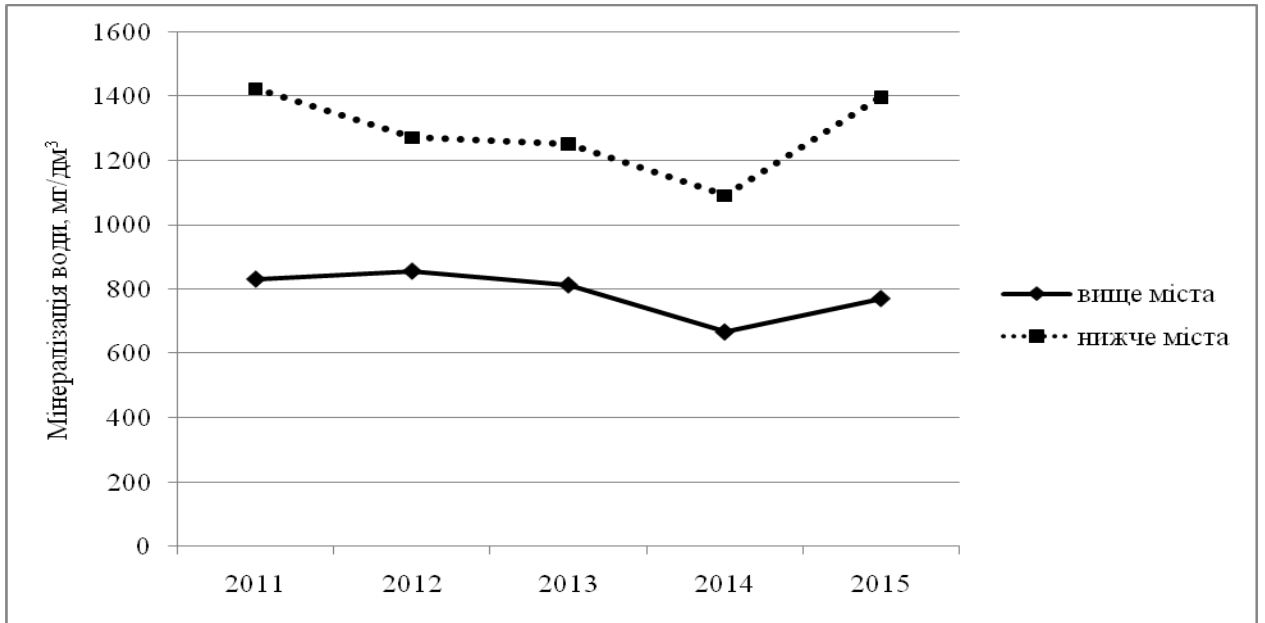


Рисунок 4.1 – Зміна середньорічних значень мінералізації води р.Інгулець-м.Кривий Ріг (2011-2015 рр)

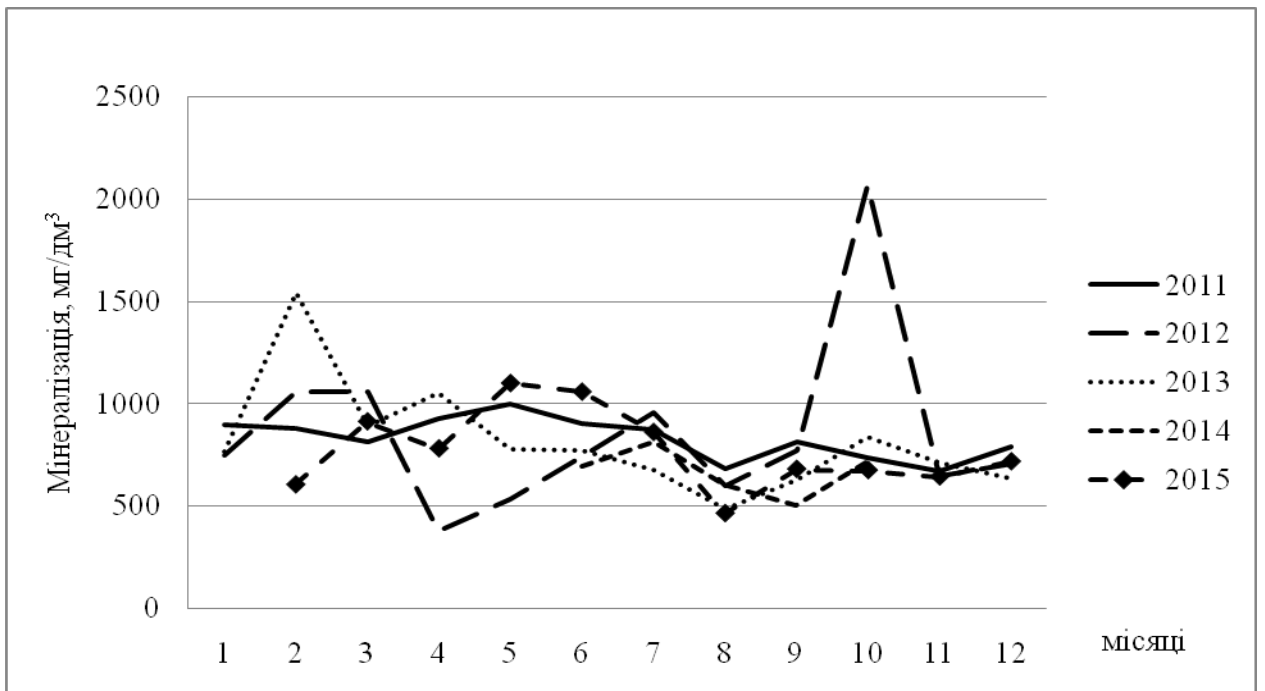


Рисунок 4.2 – Внутрішньорічний розподіл мінералізації вище сміста

Видно, що більші концентрації суми іонів спостерігаються в період весняної повені або під час осінніх дощів, а також в осінньо-зимовий період за рахунок скиду високомінералізованих шахтних вод. Найбільші показники мінералізації визначені у лютому 2013 року та жовтні 2015 року. Більш чітко сезонні зміни мінералізації нижче створу р.Інгулець – м.Кривий Ріг. простежуються на рис.4.3.

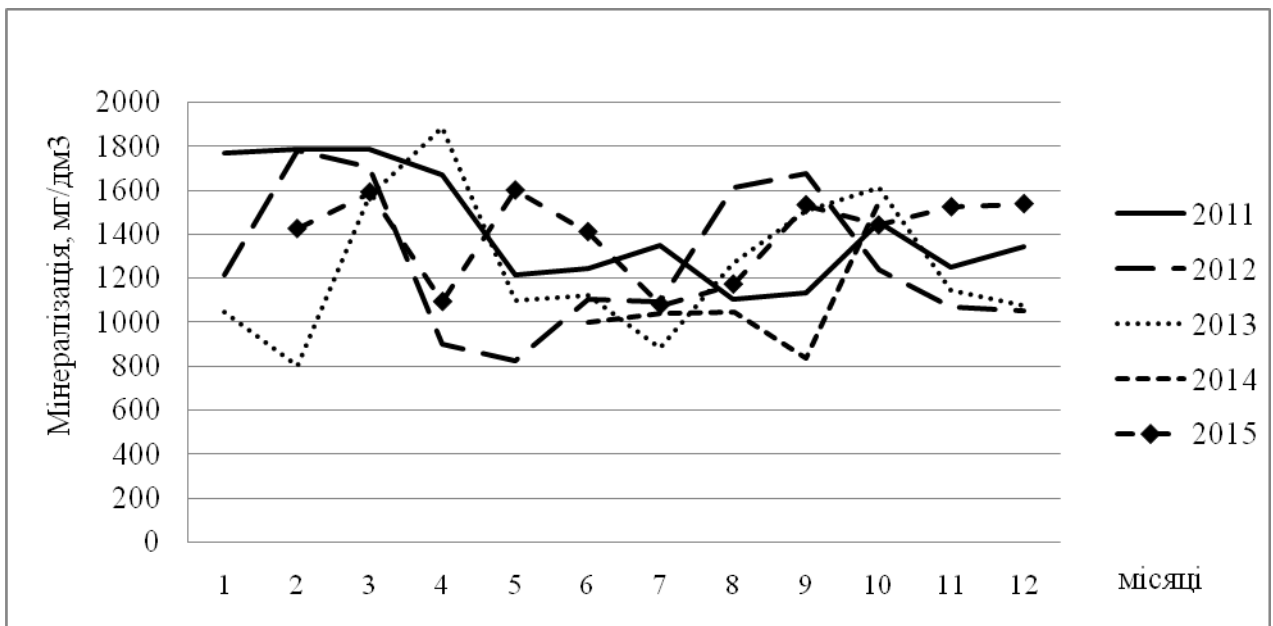


Рисунок 4.3– Внутрішньорічний розподіл мінералізації нижче міста Кривий Ріг

На рис.4.4 показана часова зміна разових значень мінералізації (51 вимірювання) за період 2011-2015 рр. Цей графік більш інформативний і видно, що 23.10.2012 р. та 18.02.2013 р. значення концентрації мінералізації вище міста були більшими, ніж після міста: 2068 мг/дм^3 - 1238 мг/дм^3 та 1543 мг/дм^3 - 801 мг/дм^3 відповідно, хоча за середньорічними даними мінералізація нижче створу завжди була вищою. У більшості випадків спостерігається синхронне коливання мінералізації в межах двох створів, які, однак, порушуються, наприклад взимку та восени 2011, наприкінці 2012 року та ін.

Існує взаємозв'язок мінералізації з водністю річки. Коли річка не має суттєвого антропогенного навантаження, водність зазвичай знаходиться у протифазі з мінералізацією. Це пояснюється тим, що мало мінералізовані води під час дощових паводків або повеней зменшують концентрацію мінералізації. Синхронна зміна мінералізації та витрат води вище та нижче м.Кривий Ріг показана на рис. 4.5 та 4.6. У більшості випадків можна бачити, що під час підвищення витрат води концентрація суми іонів зменшується. Але це справедливо не на протязі всього періоду спостереження, тобто відчувається антропогенний вплив на якість води.

На рис.4.6 показані лінії тренду зміни витрат та концентрації мінералізації води. Рівняння свідчать про незначне збільшення водності на протязі 2011-2015 рр., та зменшення мінералізації за цей час. Взагалі, складно визначити чітку закономірність мінералізації та сезонів року за рахунок антропогенної складової (шахтні води).

В межах р.Інгулець – м.Кривий Ріг за весь період спостереження як вище, так і нижче міста, не спостерігалось перевищення гранично – допустимої концентрації для рибогосподарського використання (ГДКрг.) іонів кальцію (ГДКрг.=180 мг/дм³). Також не було перевищень ГДКрг. за вмістом хлоридів (ГДКрг.=300 мг/дм³), але тільки в 1 км вище Кривого Рогу.

Середньорічні концентрації кальцію були найнижчими в межах обох створів в 2012 році: 68,05 мг/дм³ та 112,6 мг/дм³ відповідно; найбільше значення вище міста спостерігалось у 2015 р.(95,9 мг/дм³), а нижче міста – у 2013 році (155,1 мг/дм³).

Вміст гідрокарбонатів в воді не нормується, тому на рис. 4.7 та 4.8 представлені зміна у часі середньорічних концентрацій аніонів (хлоридів та сульфатів), а на рис. 4.9 та 4.10 – зміна концентрацій катіонів (магнію та натрію), що мають перевищення над нормативами.

Графіки, на яких відображується зміна концентрацій головних іонів, представляють собою пелюсткову номограму, де у вершинах кутів

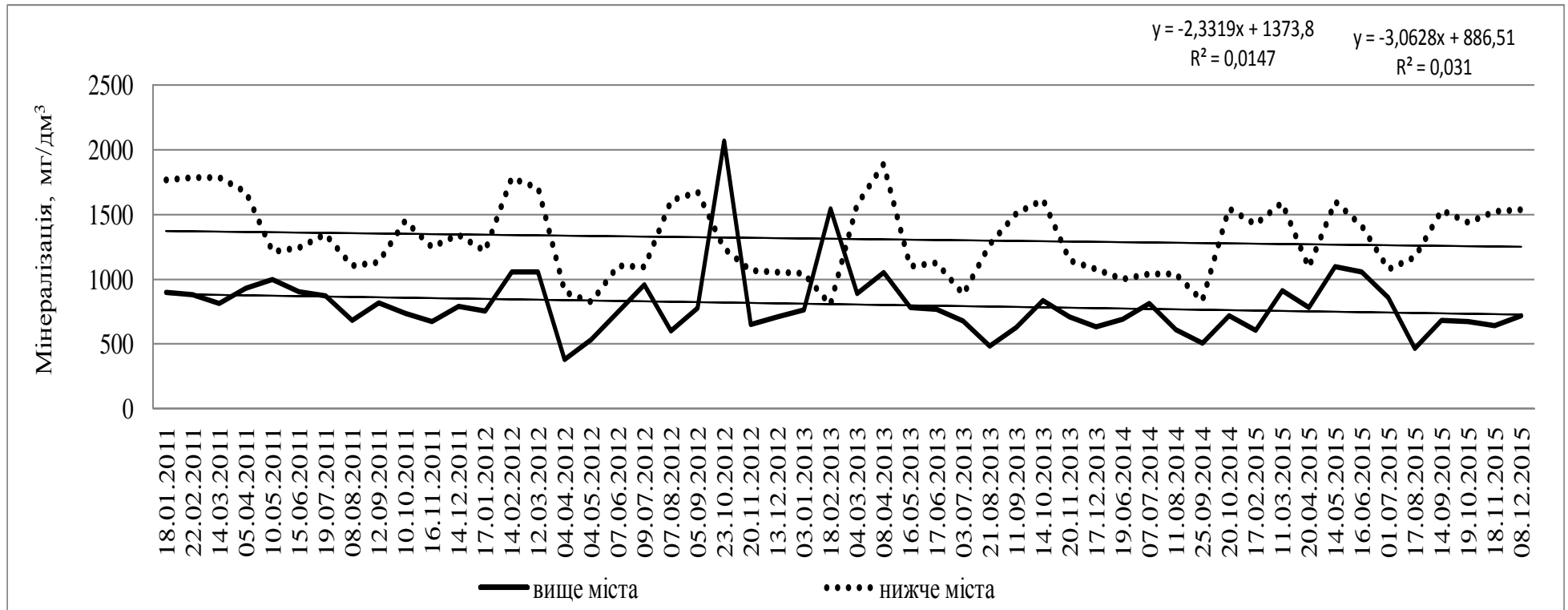


Рисунок 4.4 – Графік зміни у часі (2011-2015 рр.) мінералізації води в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (вище та нижче міста)

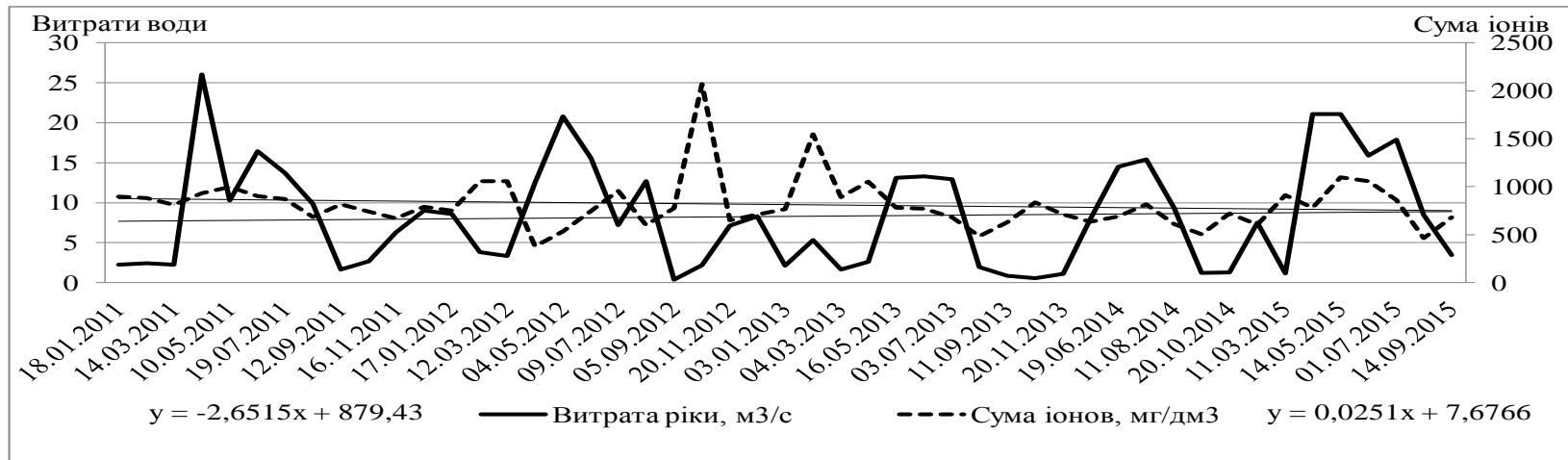


Рисунок 4.5- Синхронний графік витрат води та мінералізації за період 2011-2015 рр.-вище міста

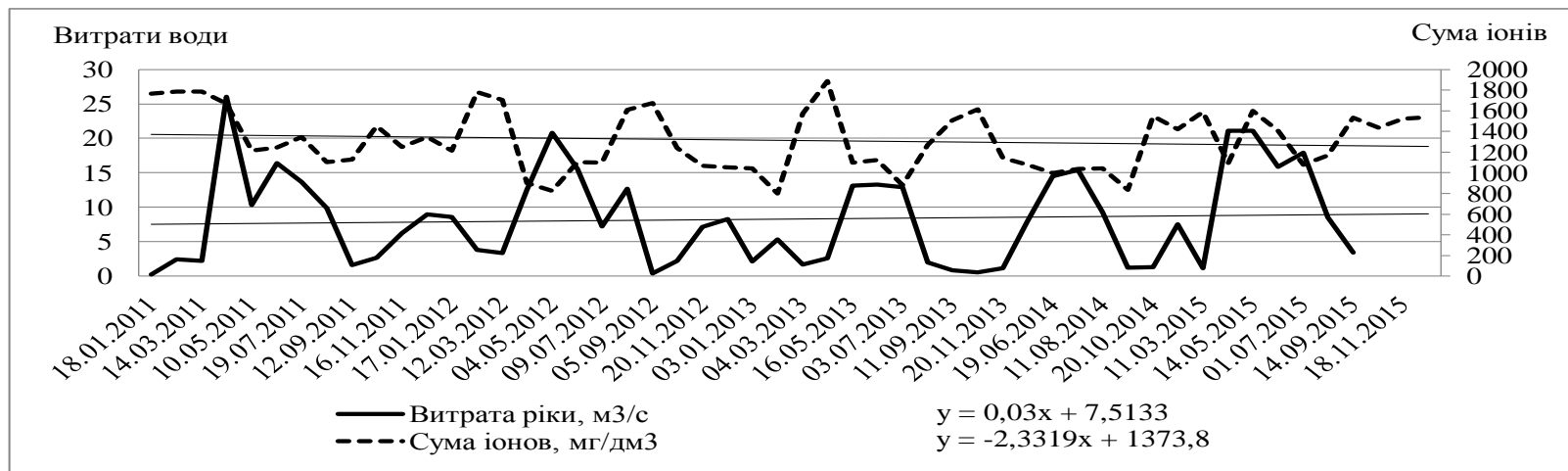


Рисунок 4.6 - Синхронний графік витрат води та мінералізації за період 2011-2015 рр.- нижче міста

наводиться рік спостереження, а на колах – фактичне значення компонентів води у мг/дм³.

Значення концентрацій хлоридів вище міста змінювались від 143,8 мг/дм³ (2011 р.) до 173,3 мг/дм³ (2013 р.), що значно менше за ГДКрг. (рис. 4.7). В створі нижче міста концентрації хлоридів коливались від 297 мг/дм³ (2014 р.) до 487,3 мг/дм³ (2015 р.), що складало 0,99 та 1,62 ГДКр. відповідно.

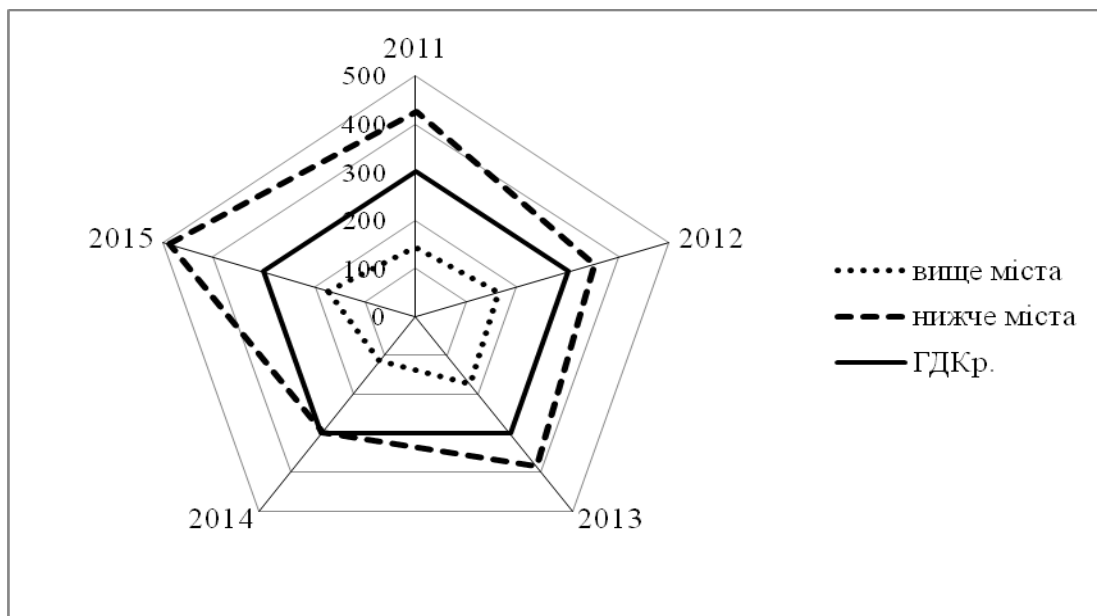


Рисунок 4.7 – Розподіл хлоридів в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (вище та нижче міста) (ГДКр.=300 мг/дм³)

На рис.4.8 показана зміна сульфатів в воді р.Інгулець, ГДКрг., яких дорівнює 100 мг/дм³. Як видно з графіку, концентрації сульфатів значно перевищують рибогосподарське ГДК: вище створу в 2,17 – 3,08 разів, нижче створу – в 2,91-3,84 рази.

Зміна концентрації іонів магнію наведена на рис. 4.9. Вище міста Кривий Ріг спостерігається перевищення нормативу якості води рибогосподарського призначення (ГДКр = 40 мг/дм³) в 1,08 (2011 р.) – 1,54(2015 р.) рази. В створі нижче міста перевищення дорівнювали 1,47 ГДКр. -2,06 ГДКр.

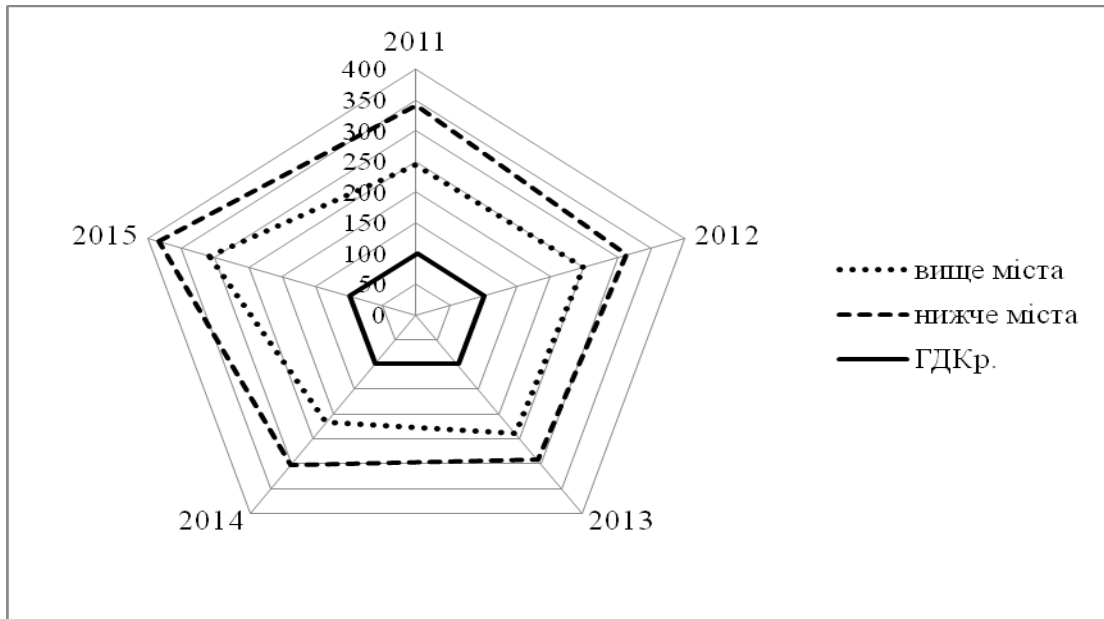


Рисунок 4.8 – Розподіл сульфатів в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (вище та нижче міста) (ГДКр.=100 мг/дм³)

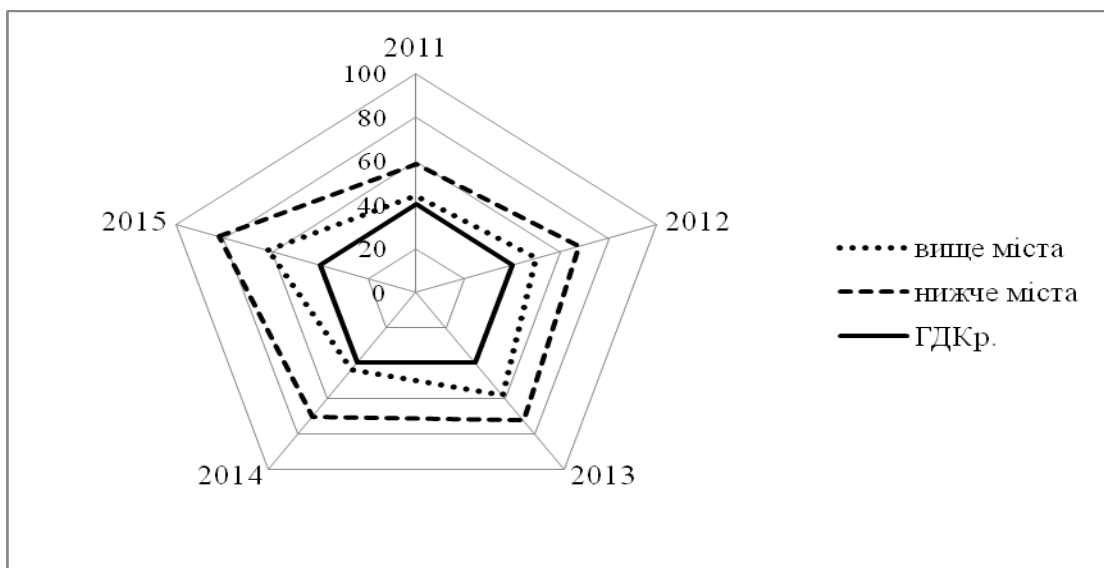


Рисунок 4.9 – Розподіл іонів магнію в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (вище та нижче міста) (ГДКр.=40 мг/дм³)

З графіку на рис.4.10 видно, що концентрації іонів натрію в пункті спостереження р.Інгулець-м.Кривий Ріг (вище міста) знаходяться практично в межах ГДКр. (120 мг/дм³), за виключенням 2012 року, коли перевищення нормативу склало 1,17 ГДКр. Нижче створу концентрації іонів натрію дорівнювали 0,97 (2014 р.) – 1,99 ГДКр. (2011 р.).

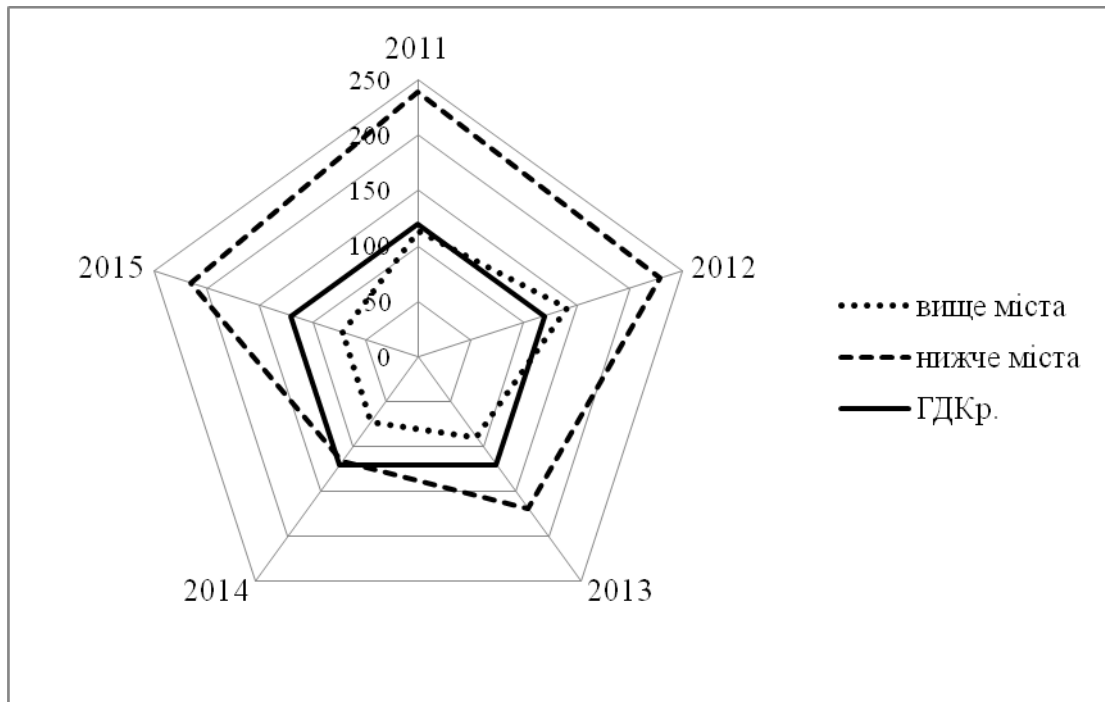


Рисунок 4.10 – Розподіл іонів натрію в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (вище та нижче міста) (ГДКр.=120 мг/дм³)

4.2 Часові зміни якості води р.Інгулець – с.Садове за мінералізацією та її складовими

Сухий залишок (мінералізація води). Концентрація сухого залишку залежить від геологічних особливостей водозбірного басейну річки, потрапляння вказаних солей зі скидами промислових стічних вод, зливовими водами [8].

На рис.4.11 показаний графік зміни мінералізації нижче с. Садове (1,2 км від селища) за 2011-2015 рр. Концентрація мінералізації не суттєво змінюється на протязі періоду дослідження. Вона коливається від 322 мг/дм³ (10.08.2012 р.) до 394 мг/дм³ (16.01.2013 р.).

Видно, що в 2011 та 2015 роках значення мінералізації поступово зменшуються від січня до жовтня.

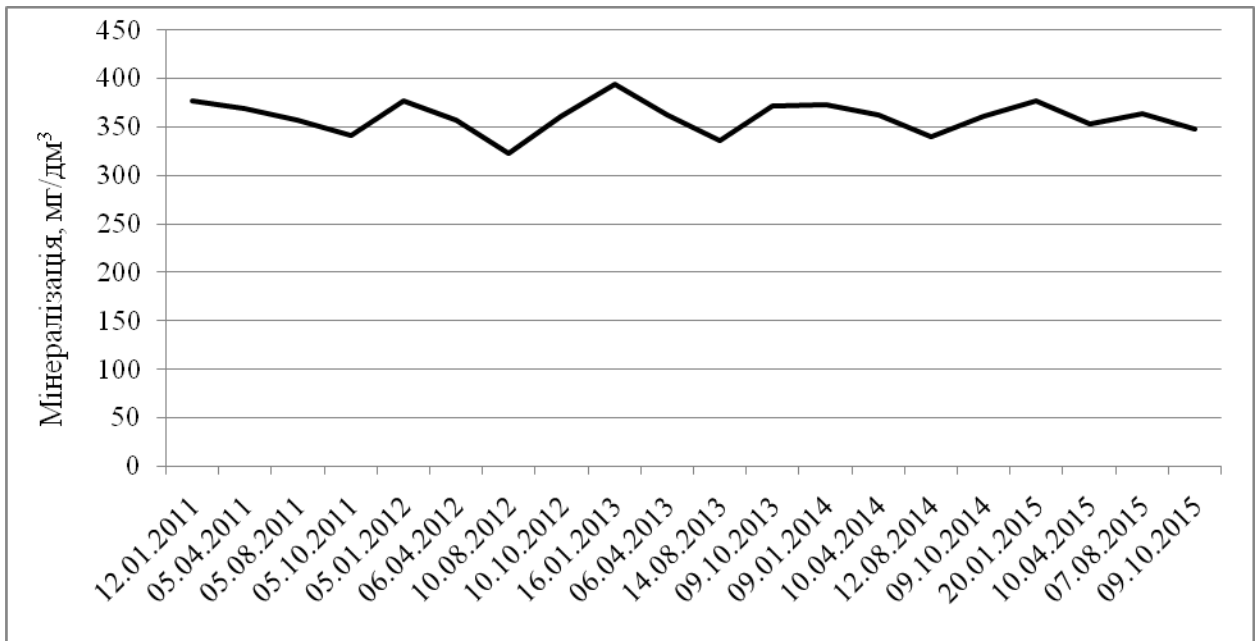


Рисунок 4.11 – Зміна мінералізації у часі в воді р.Інгулець – с.Садове

На рис.4.12 показані зміни мінералізації за середньо кварталними даними кожного окремого року.

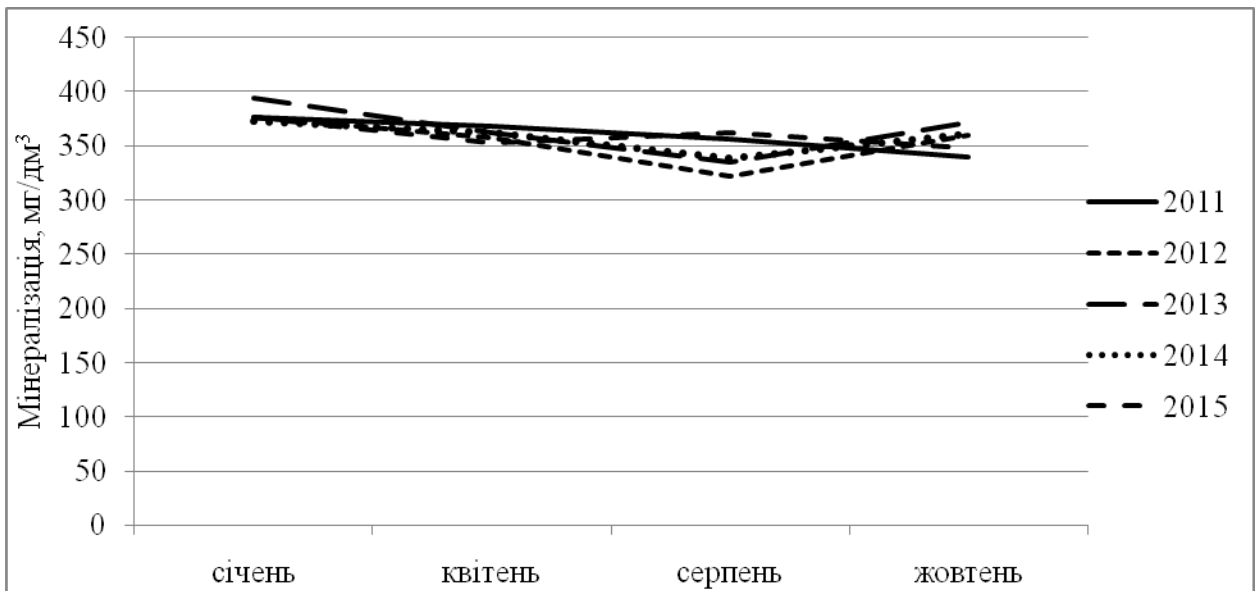


Рисунок 4.12 – Зміна середньо кварталних показників мінералізації води р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015 рр.

В інші роки концентрація зменшувалась з січня по серпень, а потім знов зростала. Слід відзначити, що найбільші значення мінералізації в кожному році спостерігались в січні місяці. Це добре узгоджується з тим, що зниження концентрації мінералізації пов'язане з надходженням води під час повені або дощів, збільшення - з періодом межені.

До складу мінералізації входять аніони (хлориди, сульфати, гідрокарбонати) та катіони (кальцій, магній, натрій, калій).. Зміна їх у часі в створі р.Інгулець – с.Садове представлена нижче.

За весь період спостереження за ступенем мінералізації вода в р.Інгулець– с.Садове (1,2 км нижче селища) оцінюється як прісна гіпогалинна (середньорічні значення менше за 500 мг/дм³). Вид води за співвідношенням між іонами в мг- еквівалентах відноситься до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи.

На рис.4.13 наведений розподіл хлоридів, сульфатів та гідрокарбонатів за період 2011-2015 рр. Вміст гідрокарбонатів у природних водах не нормується. Якщо вони превалюють (як було показано вище), це свідчить, що води прісні. Значення гідрокарбонатів в межах створу змінювались від 147 мг/дм³ (10.08.2012 р.) до 183 та 182 мг/дм³ (07.08.2015 та 09.10.2015 відповідно), причому саме в серпні, коли спостерігається меженний період, концентрація гідрокарбонатів була найнижчою, за виключенням 2015 року.

Хлориди. Джерелами надходження хлоридів у поверхневі води є магматичні породи, до складу яких входять хлоровмісні мінерали, взаємодія атмосферних опадів з ґрунтами, скиди побутових і промислових стічних вод. Хлориди мають добру розчинність, слабо виражену здатність до сорбції завислими речовинами та споживання водними організмами. Концентрація хлоридів піддається сезонним коливанням і залежить від вимивання з гірських порід у вигляді розчинних сполук [8].

Зміна іонів хлоридів представлена на рис. 4.13. Концентрації коливались в незначних межах: від 38,2 мг/дм³ (5.10.2011р.) до 50,6 мг/дм³

(16.01.2013 р.), що значно менше за ГДК рибогосподарського призначення (ГДК_{рг.}=300 мг/дм³).

Сульфати. Вміст сульфатів у поверхневих водах зумовлений процесами вивітрювання гірських порід, розчинення сірковмісних мінералів, окиснення сульфідів і сірки, відмирання водних організмів, окиснення речовин рослинного та тваринного походження, з підземним стоком, скидами шахтних вод, стічних вод галузей промисловості, житлово-комунального та сільського господарства. [8].

Також на рис.4.13 наведена динаміка сульфатів в воді річки в межах створу с.Садове. Концентрації сульфатів у два рази менше за рибогосподарські нормативи (ГДК_{рг.}=100 мг/дм³) і змінювались від 45,8мг/дм³ (07.08.2015 р) до 55,4 мг/дм³ (16.01.2013 р.).

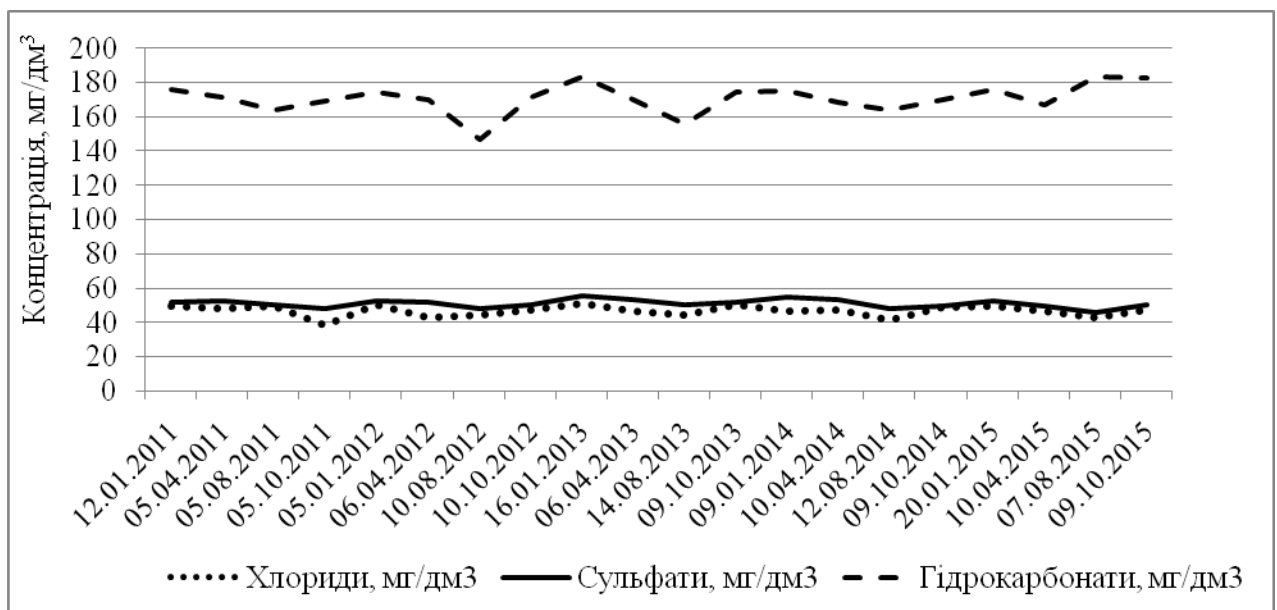


Рисунок 4.13 – Зміна аніонів в воді р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015 рр.

На рис. 4.14 представлений графік зміни іонів кальцію, магнію та натрію (аніони).

Кальцій. Джерелами надходження кальцію у поверхневій воді є процеси хімічного вивітрювання та розчинення мінералів (вапняків, доломітів, гіпсу), силікатів та інших осадових і метаморфічних порід, скиди стічних вод силікатної, металургійної, скляної та хімічної промисловості, скиди стічних вод з сільськогосподарських угідь, в яких містяться у складі мінеральних добрива міститься кальцій. [8].

Магній. Магній надходить у поверхневій воді за рахунок процесів хімічного вивітрювання та розчинення доломітів, мергелів та інших мінералів, зі скидами стічних вод металургійних, силікатних, текстильних та інших підприємств. Концентрації магнію притаманні сезонні коливання. Максимальні його концентрації спостерігаються у межений період, мінімальні – у період паводків [8].

Іони *натрію* серед катіонів найпоширеніші. Всі солі натрію добре розчинні, що зумовлює міграцію Na^+ переважно в іонорозчинному вигляді. У водах з низькою мінералізацією натрій найчастіше перебуває на третьому місці за концентрацією катіонів. З підвищенням мінералізації вміст Na^+ зростає. [9].

Середньорічні концентрації іонів кальцію були значно нижчими за ГДКрг., яке дорівнює $180\ 40\ \text{мг/дм}^3$. Значення змінювались у незначних межах: від $49,9\ 40\ \text{мг/дм}^3$ (2013 р.) до $51,3\ 40\ \text{мг/дм}^3$ (2012 р.).

Також практично не змінювались показники вмісту магнію в воді р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015 рр. (рис. 4.14). Концентрації знаходились в межах $19,9\ \text{мг/дм}^3$ (10.08.2012 р.) - $23,3\text{-}23,4\ \text{мг/дм}^3$ (жовтень 2011 та 2014рр. і 6.04.2013 р. відповідно). Ці показники значно менше рибогосподарських нормативів (ГДКрг.= $40\ \text{мг/дм}^3$).

Концентрації іонів натрію на протязі всього періоду мали мінімальні значення в серпні (2012-2014 рр.) та жовтні (2011 та 2015 рр.). Максимальні концентрації були в січні місяці, що пов'язано з підвищенням мінералізації у цей період.

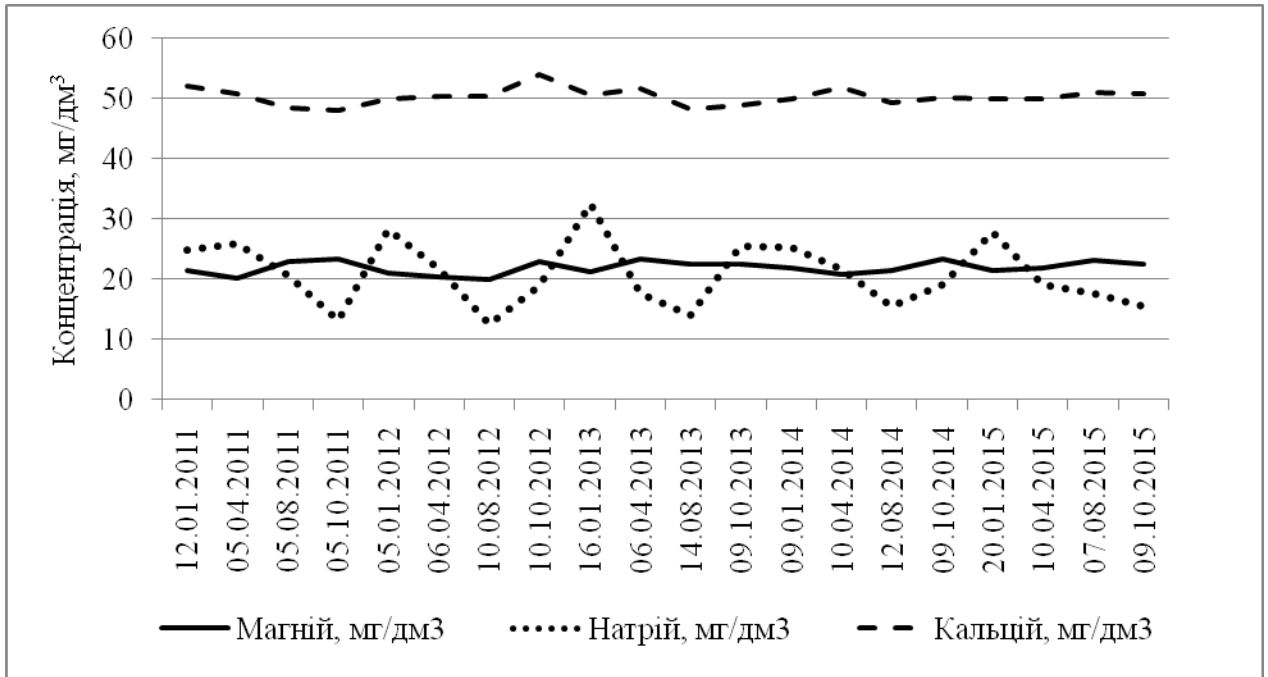


Рисунок 4.14 – Зміна катіонів в воді р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015рр.

4.3 Порівняльна характеристика мінералізації води та головних іонів в воді р.Інгулець в межах трьох створів

Оцінка якості води р.Інгулець за критерієм мінералізації (клас та категорія якості), межі коливань мінералізації наведені в табл. 4.1. Середньорічні концентрації мінералізації за 1 км вище Кривого Рогу змінювались від 667,4 мг/дм³ (2014 р.) до 857,4 мг/дм³ (2012 р.), тобто не перевищували 1000 мг/дм³ і належали до прісних олігогалінних. Через 1 км після міста концентрації збільшились і на протязі всього часу були вищими за 1000 мг/дм³. Вони змінювались в межах 1092мг/дм³ (2014 р.) – 1424мг/дм³ (2011р.) і вода за критерієм мінералізації характеризувалась як солонувата β-мезогалінна. Вода в створі р.Інгулець-с.Садове (1.2 км нижче села) за критерієм мінералізації відноситься до прісних гіпогалінних (менше 500 мг/дм³) і значення коливаються від 354 мг/дм³ (2012 р.) до 366 мг/дм³ (2013 р.).

Таблиця 4.1 - Оцінка якості води р.Інгулець за критерієм мінералізації

Пункт спостереження	Класифікація якості води за критерієм мінералізації		Межі коливань мінералізації, мг/дм ³
	Клас якості	Категорія якості	
м.Кривий Ріг (1 км вище міста)	<i>прісні</i>	<i>олігогалинні</i>	667,4 (2014 р.)- 857,4 (2012 р.)
м.Кривий Ріг (1 км нижче міста)	<i>солонуваті</i>	<i>β-мезогалинні</i>	1092 (2014 р.)- 1424 (2011 р.)
с.Садове (1.2 км нижче села)	<i>прісні</i>	<i>гіпогалинні</i>	354 (2012 р.)- 366 (2013 р.)

В табл. 4.2 надається характеристика хімічного складу води р.Інгулець за формулою Курлова.

Таблиця 4.2 - Осереднені за період 2011-2015 рр. дані про хімічний склад вод р.Інгулець за формулою Курлова

Пункт спостереження	Формула Курлова	Найменування хімічного складу води
м.Кривий Ріг (1 км вище міста)	$M_{0,79} \frac{SO_4 44Cl37}{Na34Mg34Ca32}$	прісна, хлоридно-сульфатна кальцієво-магнієво-натрієва
м.Кривий Ріг (1 км нижче міста)	$M_{1,29} \frac{Cl54SO_4 33}{Na40Ca33Mg27}$	солонувата, сульфатно-хлоридна магнієво-кальцієво-натрієва
с.Садове (1.2 км нижче села)	$M_{0,36} \frac{HCO_3 54Cl25}{Ca48Mg35}$	прісна, хлоридно-гідрокарбонатна магнієво-кальцієва

В межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (1 км вище міста) вода за формулою Курлова оцінюється як хлоридно-сульфатна кальцієво-магнієво-натрієва з загальною мінералізацією 0,79 г/дм³; в пункті р.Інгулець-м.Кривий Ріг (1 км нижче міста) - як сульфатно-хлоридна магнієво-кальцієво-натрієва з загальною мінералізацією 1,29 г/дм³; в межах створу

р.Інгулець-с.Садове - як хлоридно-гідрокарбонатна магнієво-кальцієва з мінералізацією $0,36 \text{ г/дм}^3$. Видно, що в межах створів мінеральний склад води суттєво змінюється: від прісних вод вище міста вода змінюється на солонувату і, завдяки розбавленню річних вод водами з Карачунівського водосховища, Інгулець нижче за течією, в межах с.Садове, знов стає прісним.

На рис.4.15 представлена зміна у часі мінералізації води р.Інгулець в межах всіх створів дослідження: вище та нижче м.Кривий Ріг та біля с.Садове.

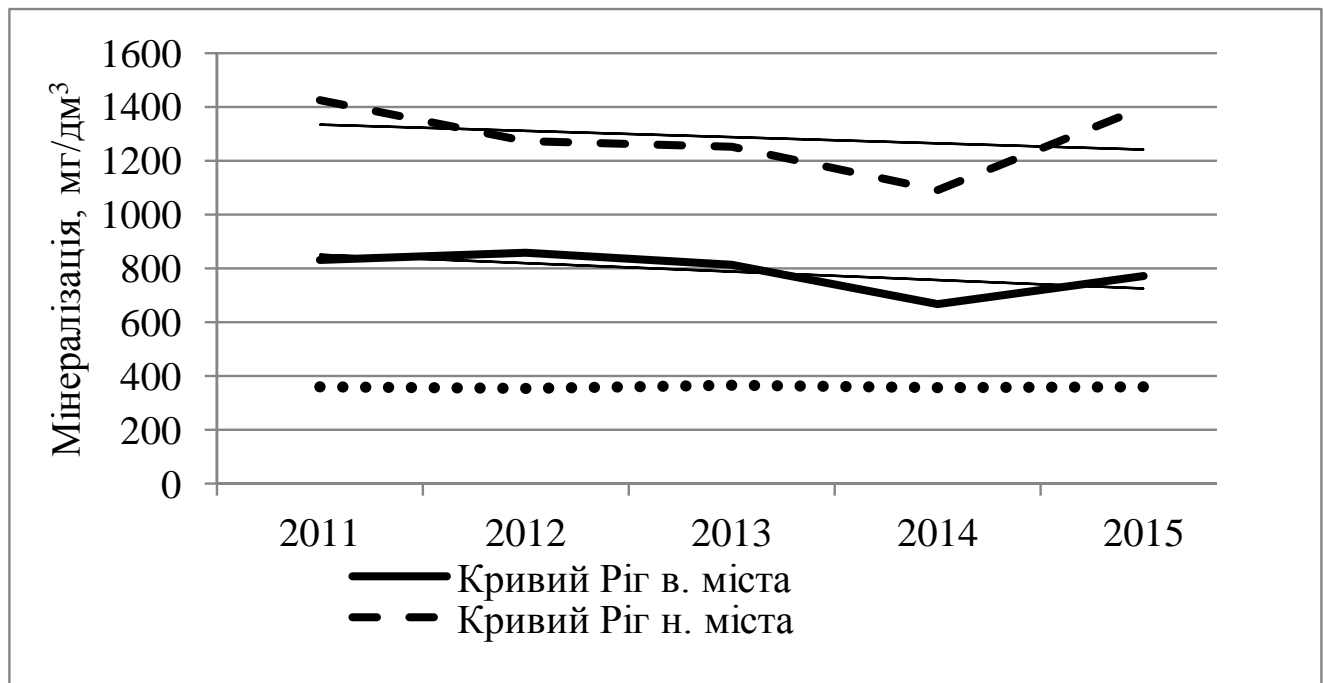


Рисунок 4.15 – Динаміка мінералізації води р.Інгулець

Можна бачити, що в створі м.Кривий Ріг, як вище так і нижче міста, зміни середньорічних значень мінералізації повторюють хід, знижуючись до мінімального показника у 2014 р. Потім концентрація збільшується в межах обох створів. В нижньому пункті спостереження мінералізація практично не змінюється у часі і в 1,5-2 рази менше той, що була вище Кривого Рогу і в 2,5-3,5 рази менше той, що спостерігалась вище міста.

Слід зазначити, що в цілому, мінералізація у часі в двох пунктах спостереження біля м.Кривий Ріг – зменшується і несуттєво збільшується в межах с.Садове, що видно з ліній тренду.

Динаміка сульфатів у часі наведена на рис.4.16. Видно, що середньорічні концентрації іонів в пункті вище м.Кривий Ріг зменшувались від 2011 до 2014 року, коли значення було мінімальним. Далі концентрація сульфатів різко зростає з 217 мг/дм³ до 307 мг/дм³. На протязі періоду дослідження вміст сульфатів нижче Кривого Рогу перевищує концентрації попереднього створу. Тут найменше значення спостерігалось у 2013 році (291 мг/дм³) і зростало до найбільшого показника у 2015 році – 384 мг/дм³, що в 3,84 рази вище за ГДКрг.

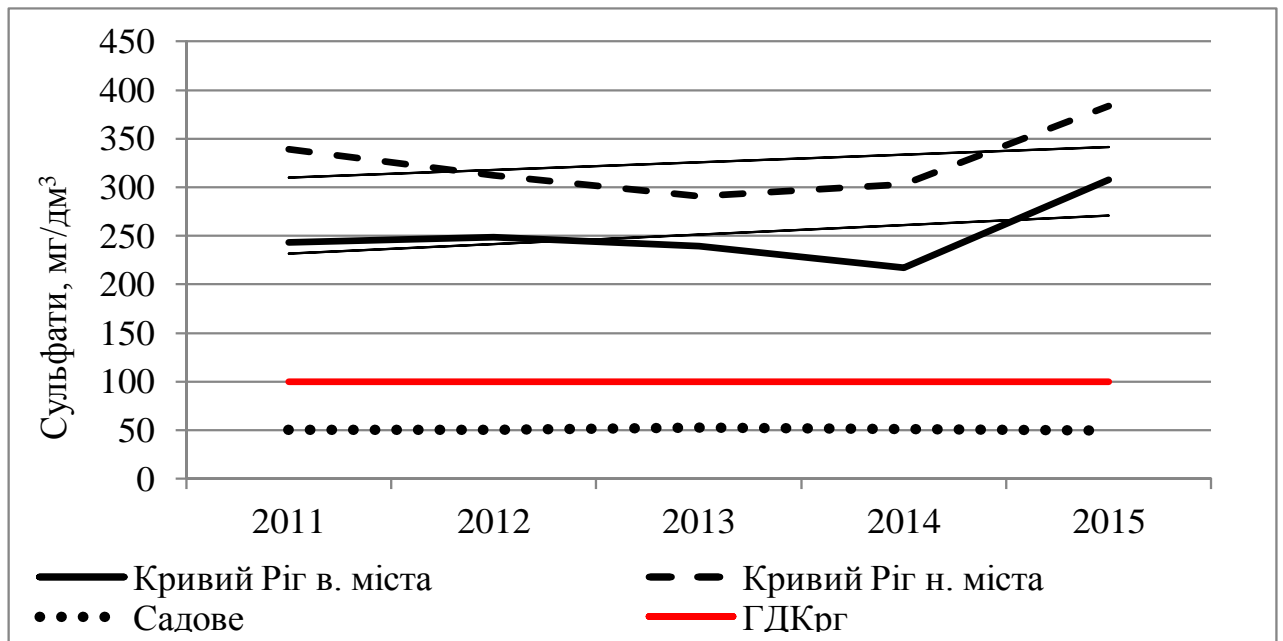


Рисунок 4.16 – Динаміка сульфатів в воді р.Інгулець

Середньорічна концентрація сульфатів в межах с.Садове змінюється у незначному інтервалі і у два рази нижче за рибогосподарські нормативи.

Концентрації сульфатів за лінією тренду збільшуються у часі в межах двох створів, розташованих поблизу Кривого Рогу та трохи зменшуються в межах с.Садове.

На рис.4.17 показані зміни концентрацій хлоридів у часі в межах трьох створів. Можна зазначити, що в межах двох створів біля м.Кривий Ріг середні річні концентрації іонів зменшувались до 2014 року, коли значення були мінімальні і не перевищували ГДКрг., який дорівнює 300 мг/дм³. І, якщо вище міста на протязі 2011-2015 років концентрації хлоридів були нижче нормативних значень, то через 1км від міста вони склали 1,17-1,63 ГДКрг.

Значення хлоридів в межах с.Садове на протязі періоду дослідження були значно меншими за нормативні і у 2,48-3,76 разів були нижчими ніж в створі р.Інгулець-м.Кривий Ріг (вище міста) та у 6,46-10,6 разів, ніж в створі р.Інгулець-м.Кривий Ріг (нижче міста).

Концентрації хлоридів, в цілому за період дослідження, збільшуються в межах обох постів біля м.Кривий Ріг, але в пункті за 1 км до міста – повільніше. Вміст іонів Cl⁻ несуттєво зменшується в створі с.Садове.

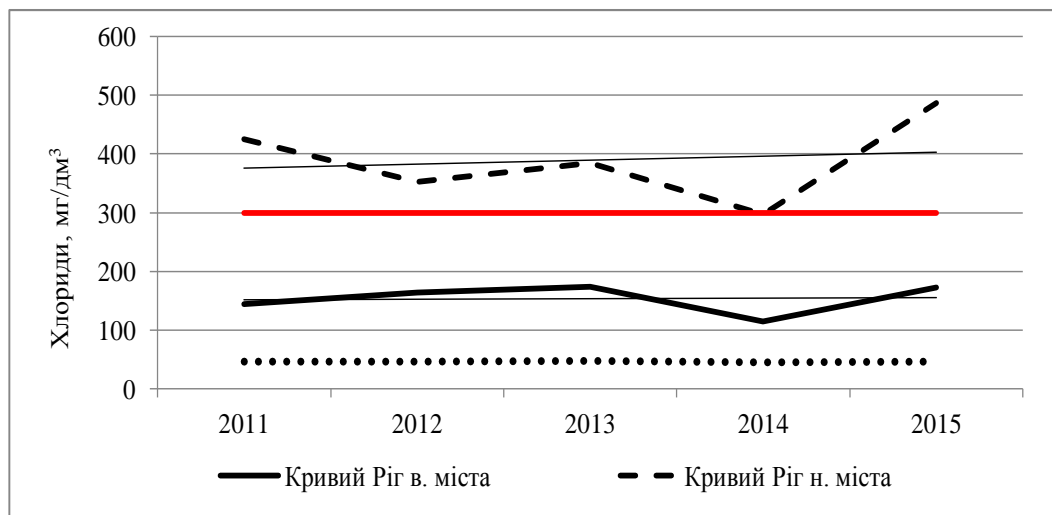


Рисунок 4.17 – Динаміка хлоридів в воді р.Інгулець

Динаміка іонів натрію наведена на рис.4.18. Тільки в 2012 році спостерігалось перевищення ГДКрг.(ГДКрг=120 мг/дм³) в створі м.Кривий

Ріг- вище міста; в інші роки концентрація натрію була нижче нормативу. В наступному пункті - м.Кривий Ріг- нижче міста, навпаки, тільки в 2014 році вміст натрію був в межах ГДКрг. В інші роки концентрації перевищували норматив у 1,79-1,99 разів.

Концентрація іонів натрію в воді р.Інгулець в межах селища Садове у 5,45-6 разів нижче за ГДКрг; в 3,4-6,7 разів нижче, чим в пункті р.Інгулець-м.Кривий Ріг-вище міста та в 5,5-11,3 рази нижче, чим в пункті, що розташований після м.Кривий Ріг. В цілому, спостерігається зменшення у часі концентрації натрію в межах всіх створів.

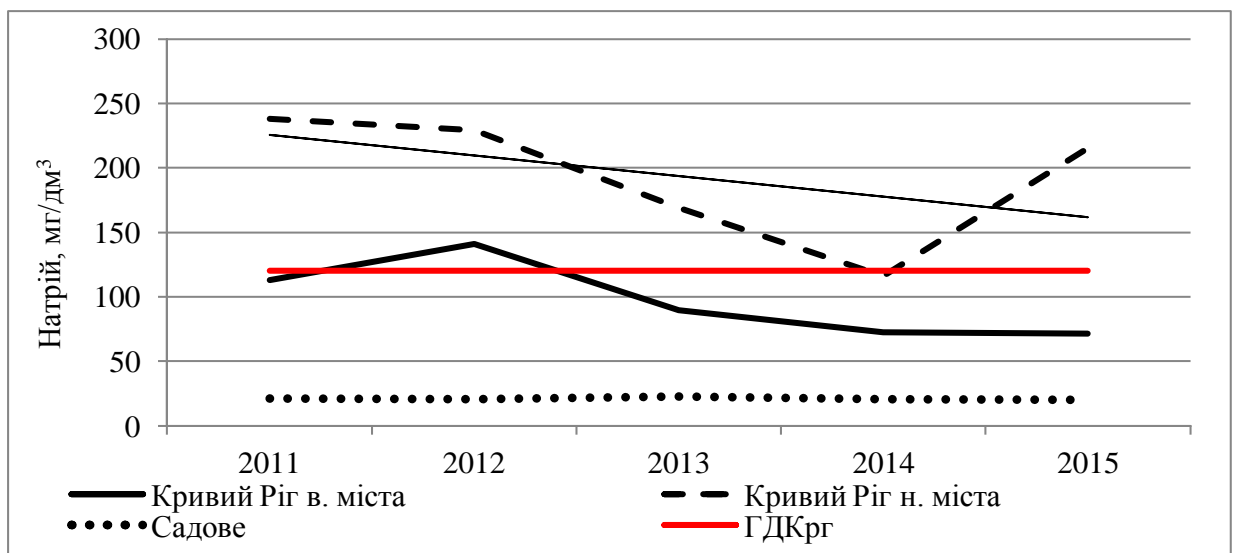


Рисунок 4.18 – Динаміка іонів натрію в воді р.Інгулець

Зміна у часі концентрацій магнію наведена на рис.4.19. Як вище, так і нижче м.Кривий Ріг вміст іонів магнію перевищує рибогосподарські нормативи (ГДКрг.=40 мг/дм³): в 1,1-1,54 рази за 1 км до міста та в 1,3-2,1 рази - після міста.

Середньорічні концентрації магнію в межах с.Садове майже у два рази менше за ГДКрг. Вміст іонів магнію вище Кривого Рогу в середньому у 2,3 рази більше, ніж в створі с.Садове, нижче Кривого Рогу – більше у 3,2 рази.

Середньорічні концентрації магнію зростають у часі в межах всіх трьох створів спостереження.

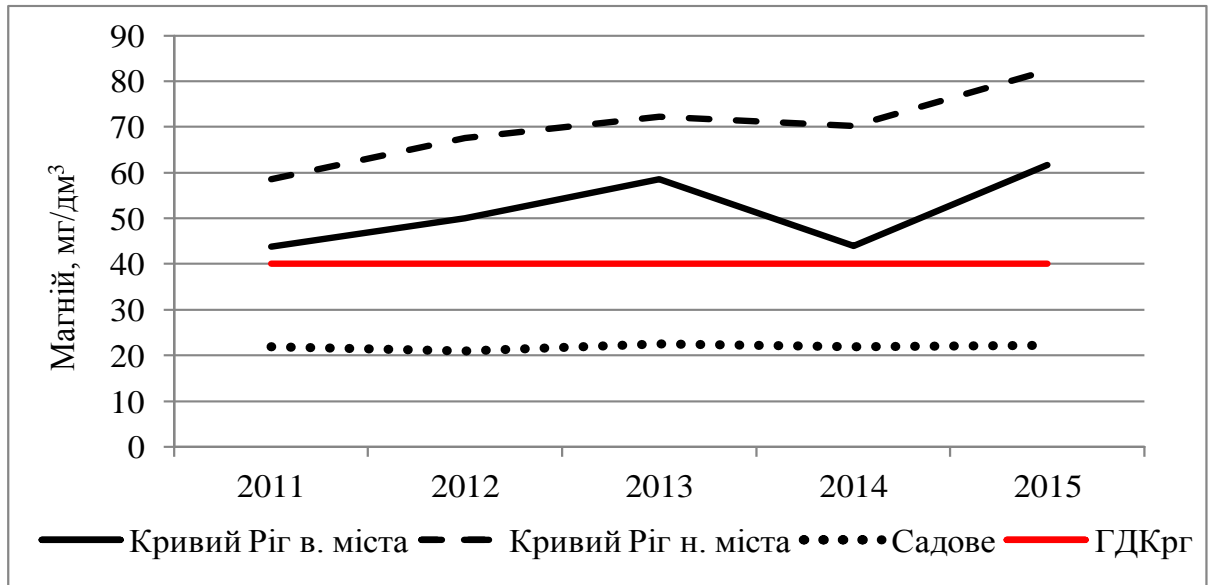


Рисунок 4.19 – Динаміка іонів магнію в воді р.Інгулець

5 АНАЛІЗ ЗМІН У ЧАСІ РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ, ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН ТА БІОХІМІЧНОГО СПОЖИВАННЯ КИСНЮ

5.1 Зміни розчиненого кисню та БСК₅ в воді р.Інгулець – м.Кривий Ріг за період 2011-2015 рр.

Важливими показниками якості води для існування водних організмів являються такі, як температура води, наявність розчиненого кисню, біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅).

Концентрації розчиненого кисню в воді р.Інгулець в межах м.Кривий Ріг за середньорічними даними на протязі 2011-2015 рр. були вищими за ГДКрг. і трохи меншими за показниками після міста (рис.5.1). Значення змінювались в межах 8,48-8,76 мг/дм³ (вище міста) – 8,10-8,28 мг/дм³ (нижче міста), при ГДКрг.=6,0 мг/дм³.

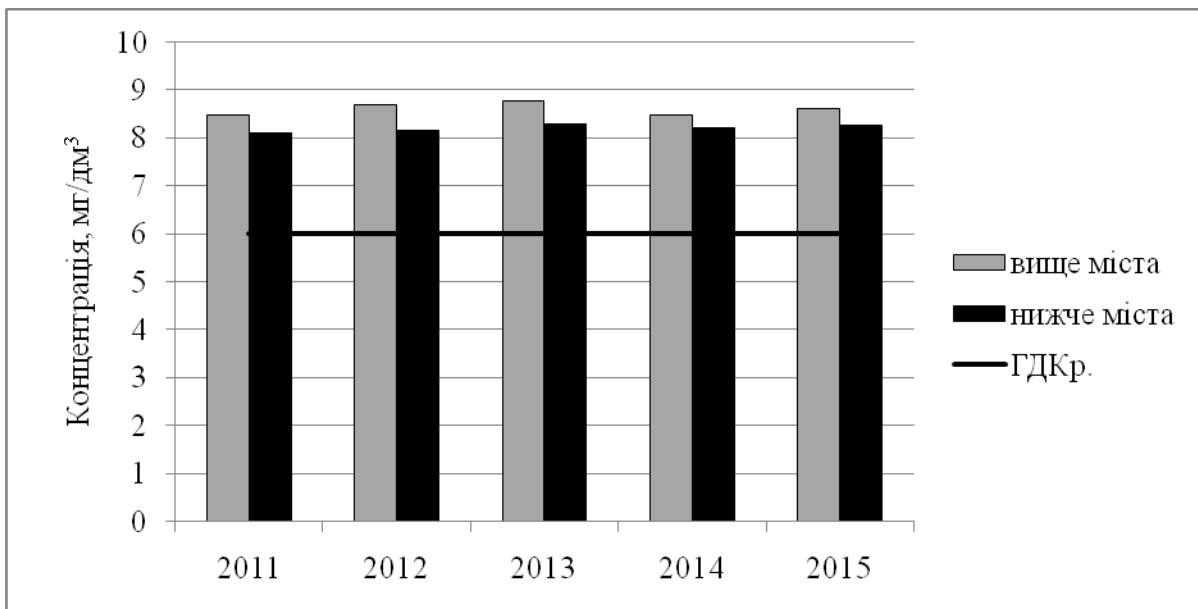


Рисунок 5.1 - Графік зміни концентрації розчиненого кисню в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДКрг.=6,0 мг/дм³)

Зміна концентрацій БСК₅ представлена на рис.5.2. Даний параметр свідчить про наявність в водах органічних речовин. Вище створу спостереження концентрації були в межах нормативних значень для вод рибогосподарського використання і тільки в 2014 році перевищення над ГДКр. склало 1,04.

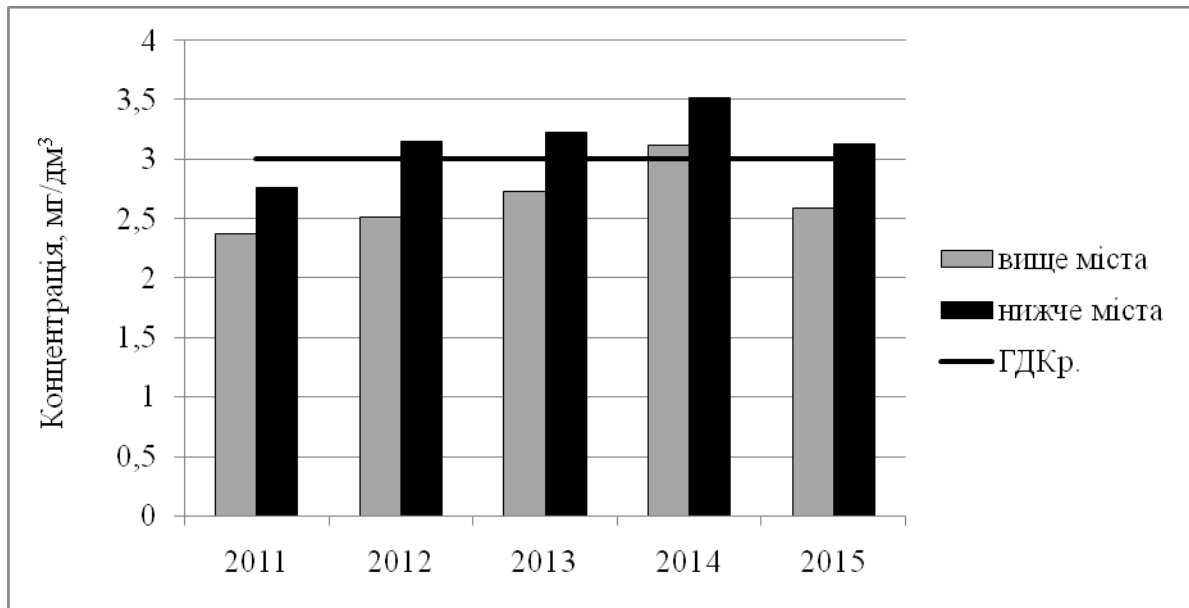


Рисунок 5.2 - Графік зміни концентрації БСК₅ в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДКр.=3,0 мг/дм³)

Нижче створу перевищень ГДК не було лише в 2011 році (2,76 мг/дм³). Середньорічні концентрації БСК₅ росли з 2011 до 2014 рр. і набули максимального значення - 3,52 мг/дм³, а потім трохи знизилась, практично до нормативу.

5.2 Зміна температури води, розчиненого кисню та БСК₅ р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015 рр.

Зміна у часі *розчиненого кисню* представлена на рис. 5.3. Видно, що концентрації кисню в воді р.Інгулець за 1,2 км від с.Садове, вище за

рибогосподарське ГДК (6 мгО/дм³) на протязі періоду спостереження. Значення змінювались від 6,46 мгО/дм³ (10.08.2012 р.) до 13,9 мгО/дм³ (16.01.2013 р.).



Рисунок 5.3 – Розподіл концентрації розчиненого кисню в воді р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015 рр.

Температура води дуже важлива для стенобіонтних організмів. Цей параметр добре корелюється із вмістом розчиненого кисню: при підвищенні температури води кількість кисню знижується і навпаки – при зменшенні температури, збільшується концентрація розчиненого кисню. Це наглядно представлено на рис. 5.4.

Максимальні значення температура води набуває в серпні місяці. Діапазон коливань температур за період 2011-2015 рр.: від 0,7 °С (16.01.2013, 20.01.2015 рр.) до 26,0-26,2°С (10.08.2012, 14.08.2013 та 12.08.2014 рр. відповідно) при середньобагаторічному значенні 12,5°С (рис. 5.5).

Перевищення значення *БСК₅* (що підтверджує надходження органічних речовин рослинного та тваринного походження у воду) у порівнянні із ГДК представлені на рис. 5.6.

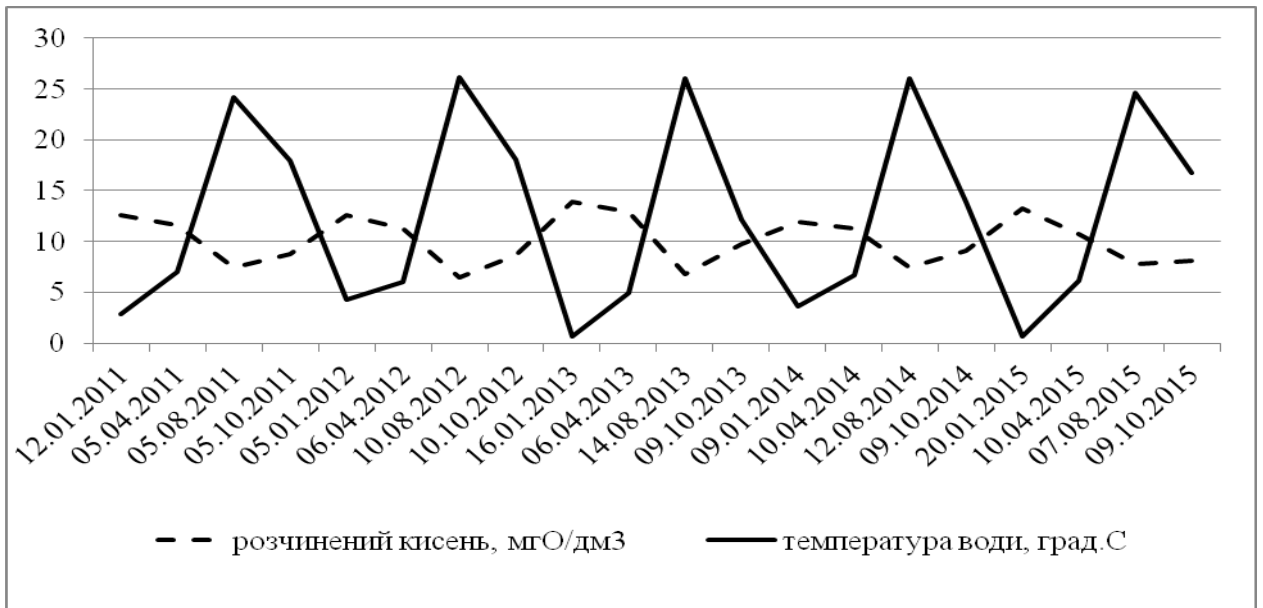


Рисунок 5.4 – Графік зв'язку розчиненого кисню та температури води р.Інгулець – с.Садове (1,2 км від селища)

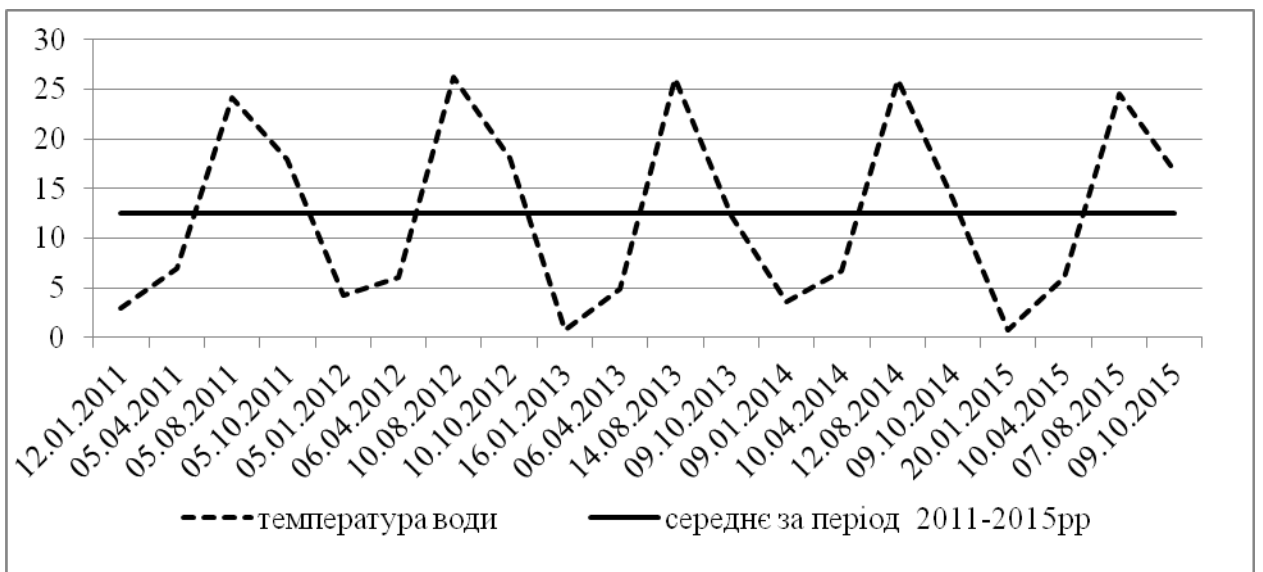


Рисунок 5.5 – Зміна температури води р.Інгулець – с.Садове (2011-2015рр.)

Гранично-допустима концентрація для водних об'єктів рибогосподарського призначення складає 3 мг/дм³. Це значення в воді Інгульця біля с.Садове було перевищено: 05.08.2011 р.(3,23 мг/дм³), 10.08.2012 р. (3,56 мг/дм³), 14.08.2013 р. (3,56 мг/дм³), 12.08.2014р.

(3,23 мг/дм³). та 07.08.2015 р. (3,23 мг/дм³), тобто у меженний період водного режиму . Періодичні штучні промивки водосховищ сприяють зменшенню значень БСК₅ у воді.

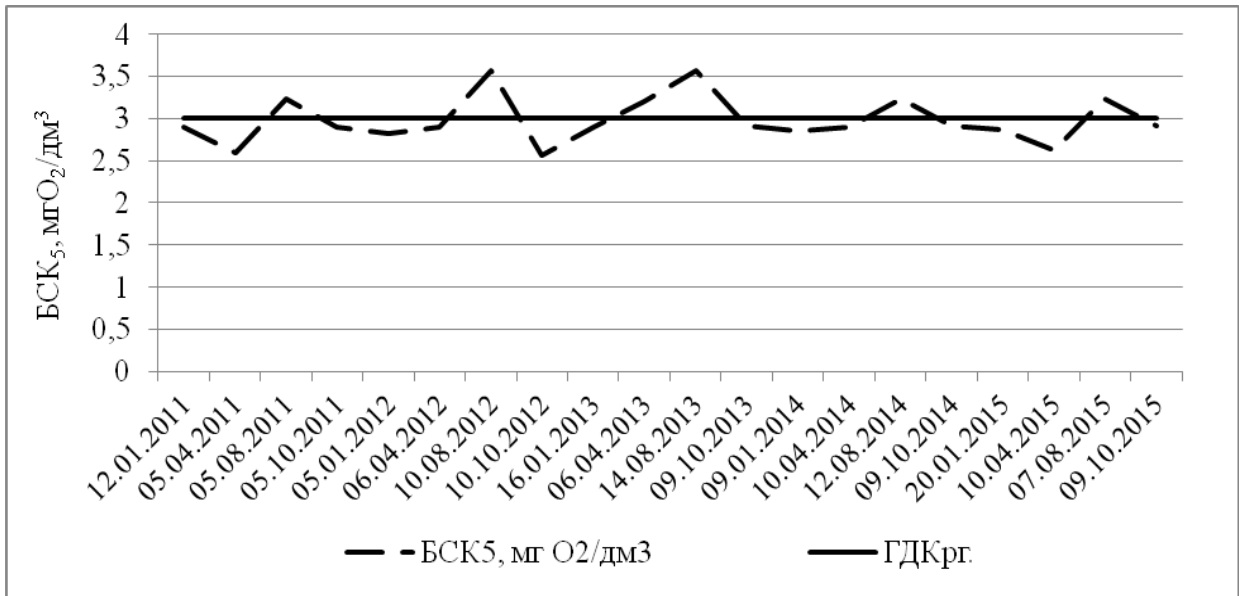


Рисунок 5.6 – Зміна БСК₅ в воді р.Інгулець – с.Садове (1,2 км від селища)

5.3 Порівняльна характеристика концентрацій завислих речовин, розчиненого кисню та БСК₅ в воді р.Інгулець в межах трьох створів

На рис. 5.7 представлена зміна у часі концентрацій завислих речовин в межах трьох створів спостереження.. Цей параметр не нормується, але являється важливим для умов життєдіяльного водних біонтів: від їх вмісту залежить ступінь проникнення сонячних променів в водне середовище. З графіку можна бачити, що вміст завислих речовин майже синхронний в межах Кривого Рогу і значення зменшувались від 2011 до 2013 року, а потім знов зростали. В цілому, за лінією тренду концентрації в обох створах зростають у часі.

Найменші показники завислих речовин спостерігались нижче с.Садове, але концентрації теж зростали у часі. В середньому за період 2011-2015 рр.

концентрації завислих речовин в межах с.Садове в 2,46 та 3,43 рази менше ніж біля Кривого Рогу (вище та нижче міста відповідно).

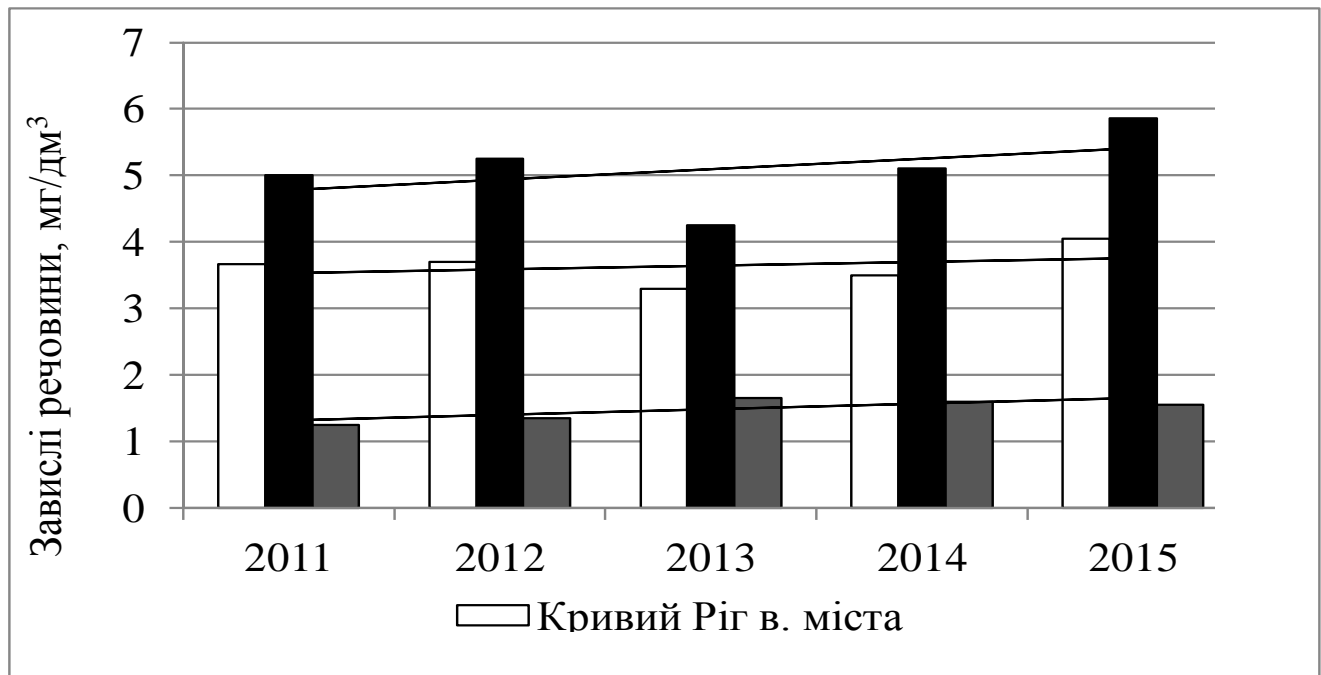


Рисунок 5.7 – Зміна у часі концентрацій завислих речовин в воді р.Інгулець

Зміна у часі концентрацій БСК₅ в річці Інгулець наведена на рис.5.8. Видно, що найменші значення параметру спостерігались за 1км до м.Кривий Ріг і на протязі періоду дослідження були нижчими за ГДКрг. Найбільші значення з трьох пунктів спостереження відзначались після Кривого Рогу і перевищували норматив, за виключенням 2011 року, коли вміст БСК₅ був в межах ГДКрг. Біля с.Садове концентрації БСК₅ перевищували рибогосподарські концентрації тільки в 2013 р. , але в 2011 році цей показник в межах селища був вищим з усіх пунктів дослідження.

Динаміка концентрацій розчиненого кисню в воді р.Інгулець наведена на рис.5.9.

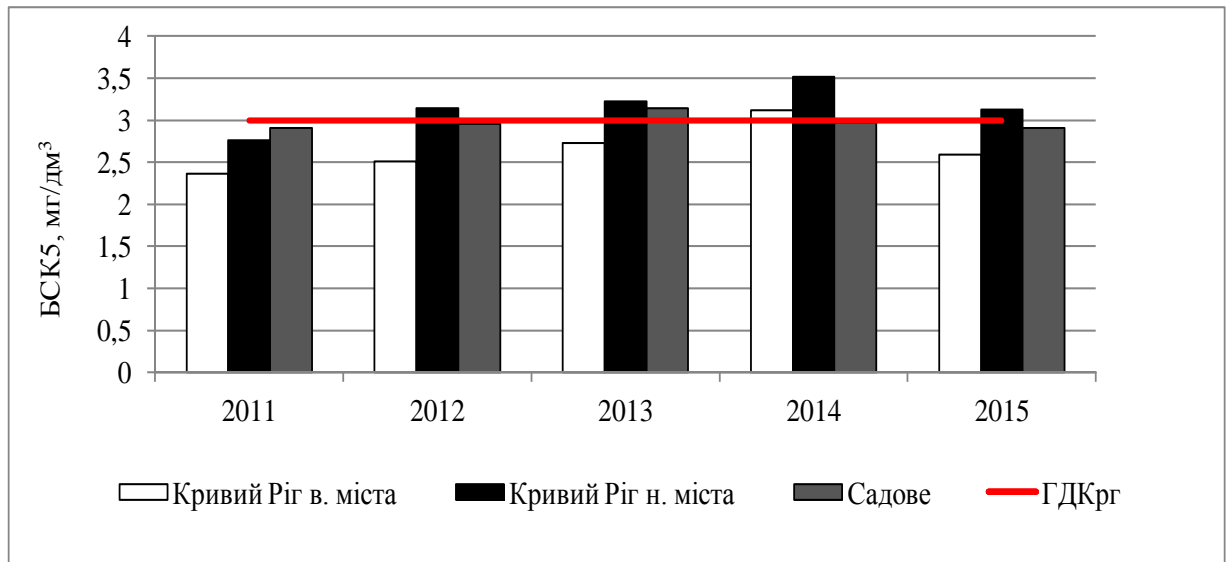


Рисунок 5.8 – Динаміка концентрацій БСК₅ в межах створів спостереження

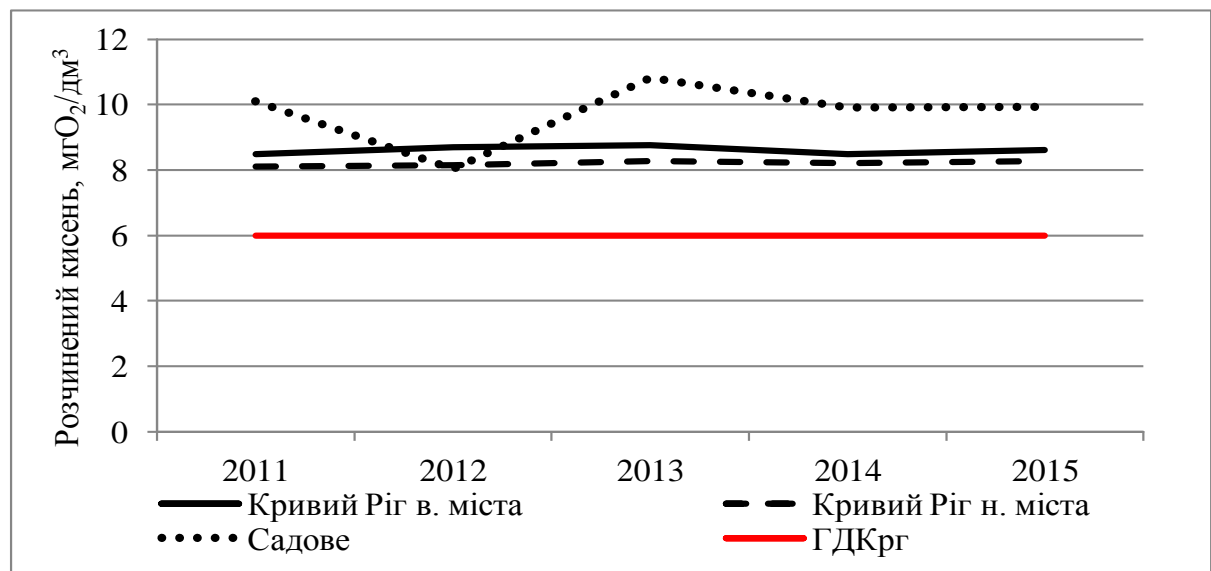


Рисунок 5.9 – Динаміка концентрацій розчиненого кисню в межах створів

За вмістом розчиненого кисню в межах всіх створів ситуація доволі сприятлива – середньорічні концентрації на протязі періоду дослідження були вищими за ГДКрг. Але, якщо в створах спостереження біля м.Кривий Ріг діапазон коливань кисню незначний 8,48- 8,76 мг/дм³ та 8,1-8,28 мг/дм³ вище та нижче міста відповідно, то в пункті с.Садове ці межі ширше: 8,0 мг/дм³ (2012 р.) – 10,8 мг/дм³(2013р.). Також слід відзначити зменшення вмісту кисню після Кривого Рогу.

6 АНАЛІЗ ЗМІН У ЧАСІ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН В ВОДІ Р.ІНГУЛЕЦЬ

6.1 Характеристика змін біогенних речовин в межах створу р.Інгулець – м.Кривий Ріг

До біогенних елементів відносяться насамперед азот, фосфор та кремній у різних сполуках. Найбільше значення мають фосфор та азот, що є обов'язковими елементами тканин будь-якого живого організму. Але, у надлишковій кількості ці речовини спричиняють евтрофікацію водних об'єктів.

Амоній сольовий. Джерела надходження амонію сольового у поверхневі води пов'язано зі скидами стічних вод тваринницьких ферм, скидами побутових стічних вод, стічних вод харчової, лісохімічної та хімічної промисловості, з поверхневим стоком з сільськогосподарських угідь, в яких містяться амонійні добрива. [8].

Нітрати. Нітрати потрапляють у поверхневі води за рахунок внутрішньоводоймових процесів нітрифікації амонійних іонів під дією нітрифікуючи бактерій, з атмосферними опадами, скидами промислових і побутових стічних вод, стоком з сільськогосподарських угідь, в яких містяться азотні добрива. Амплітуда сезонних коливань вмісту нітратів може свідчити показником евтрофікації водного об'єкту [8].

Нітрити. Нітрати надходять у поверхневі води при застосуванні нітритів в якості інгібіторів корозії у водопідготовці технологічної води, зі скидами стічних вод харчової промисловості, стоком з сільськогосподарських угідь. У поверхневих водах нітрити знаходяться у розчинній формі. Підвищення концентрацій нітритів вказує на посилення процесів розкладу органічних речовин в умовах більш повільного окиснення. [8].

Фосфати. Джерелами потрапляння фосфатів у поверхневі води є ерозія орних земель, в яких містяться добрива, промислові відходи, побутові стічні води, які містять синтетичні миючі засоби та фекалії. Фосфати сприяють росту рослин і водоростей, збільшенню кількості фітопланктону та зоопланктону, збільшенню відмерлої біомаси. [8]. Надлишок сполук фосфору призводить до розвитку евтрофікації у водоймах [10].

Кремній. Силіцій (кремній) – один з найпоширеніших хімічних елементів у природі [11].

Сполуки кремнію потрапляють у поверхневі води за рахунок процесів хімічного вивітрювання та розчинення мінералів, що містять кремній, процесу відмирання водних рослин, з атмосферними опадами, скидами стічних вод підприємств, що виробляють керамічні, цементні, скляні вироби, силікатні фарби, в'язучі матеріали, кремнійорганічні каучуки.. [8].

Серед галузей промисловості, стічні води яких збагачені сполуками силіцію, слід зазначити рудозбагачувальну, металургійну, металооброблювальну тощо [12, 13]. Додатковим джерелом надходження сполук силіцію до поверхневих вод можуть бути також і силікати, що входять до складу синтетичних миючих засобів, зокрема пральних порошків, і використовуються як замітники фосфатів [14]. Їхнє надходження можливе за рахунок побутових стічних вод [15].

Середньорічні концентрації азоту нітратного жодного разу не перевищували ГДК_{рг.}=9 мг/дм³ в межах м.Кривий Ріг (два створи). Значення коливались у діапазоні 0,12 мг/дм³ (2012 р.) - 0,55 мг/дм³ (2013 р.) вище міста та 0,39 мг/дм³ (2012р.) - 0,88 мг/дм³ (2015 р.) - нижче міста.

На рис. 6.1 показана зміна концентрацій азоту нітритного, ГДК_{рг.} якого, дорівнює 0,02 мг/дм³. Найвище значення NO₂⁻ в воді Інгульця за 1 км до міста було в 2013 році і перевищувало ГДК_{рг.} в 3,25 рази. Максимальна середньорічна концентрація азоту нітритного нижче міста спостерігалась в 2011 році і дорівнювала 4,55 ГДК_{рг.} На протязі всього періоду дослідження вміст азоту нітритного не знижувався нижче 4 ГДК.

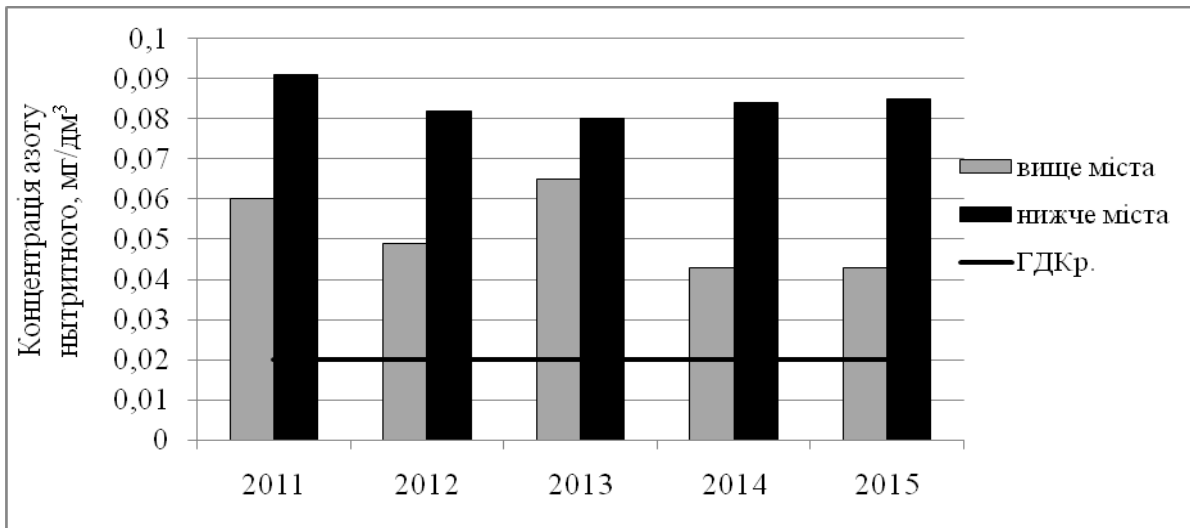


Рисунок 6.1 - Графік зміни концентрацій азоту нітритного в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДКрг.=0,02 мг/дм³)

Азот амонійний перевищував ГДКрг. вище міста в усі роки, окрім 2011. Найвище середньорічне значення спостерігалось у 2012 р. і дорівнювало 1,54 ГДКрг. (рис. 6.2). Нижче міста концентрації азоту амонійного були значно вищими за ГДКрг. Значення зростали у часі з 2011 року і перевищували нормативні показники в 1,46 (2011 р.) – 2,49 (2014 р.) разів.

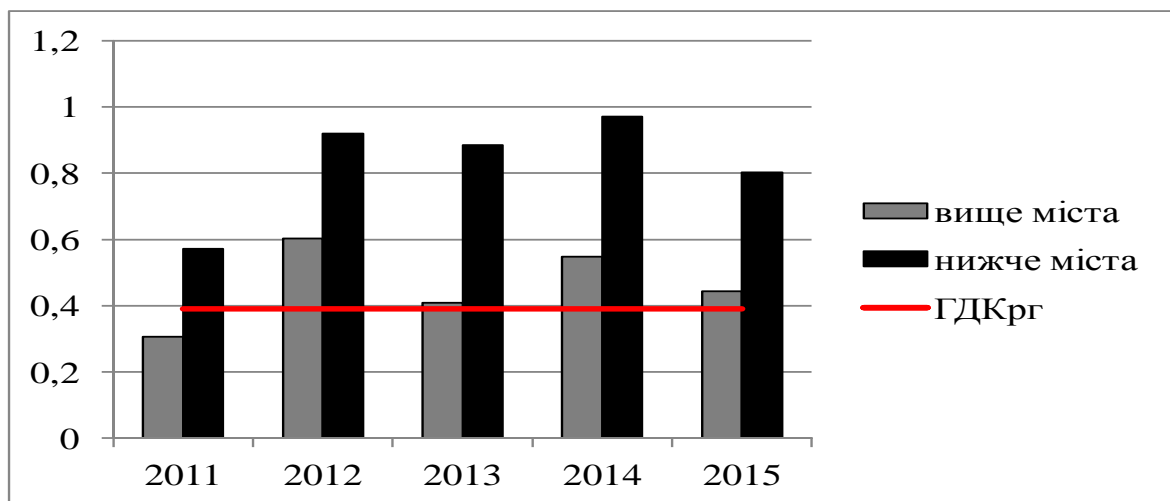


Рисунок 6.2 - Графік зміни концентрацій азоту амонійного в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДКрг.=0,39 мг/дм³)

Розподіл фосфатів у часі в межах Кривого Рогу наведений на рис.6.3.

Цей показник у воді водних об'єктів не нормується. Найбільші середні річні значення спостерігались у 2011 році як вище, так і нижче міста. – 0,06мг/дм³ та 0,08 мг/дм³ відповідно.

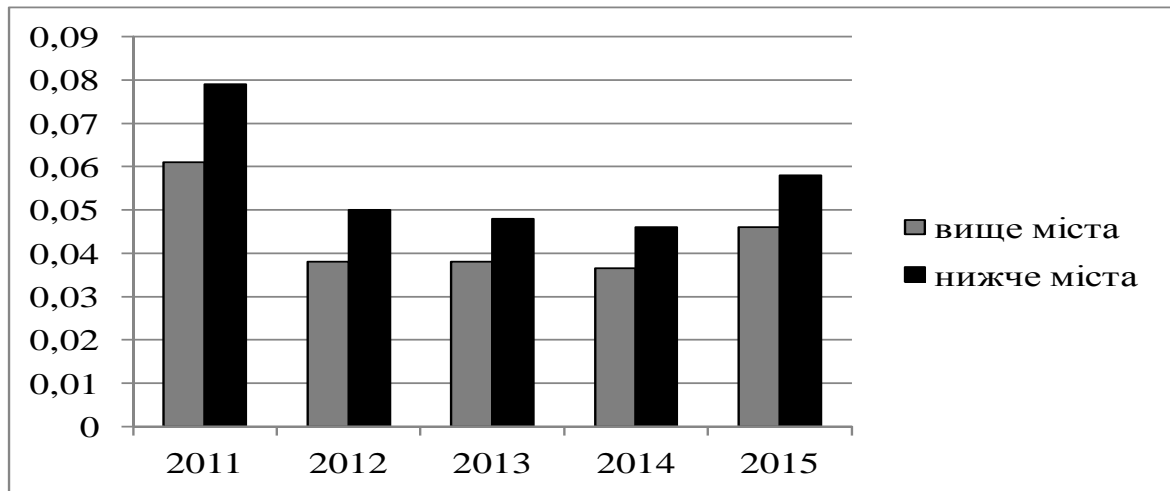


Рисунок 6.3 - Графік зміни концентрацій фосфатів в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг

Середні річні концентрації кремнію коливались у незначних межах: 2,26 мг/дм³ (2013 р.)–2,61 мг/дм³ (2012 р.) вище Кривого Рогу; 2,81 мг/дм³ (2013р.) – 3,36 мг/дм³ (2015р.) - нижче (рис.6.4). На протязі періоду дослідження концентрації кремнію за 1 км до м.Кривий Ріг були нижчими, ніж після міста.

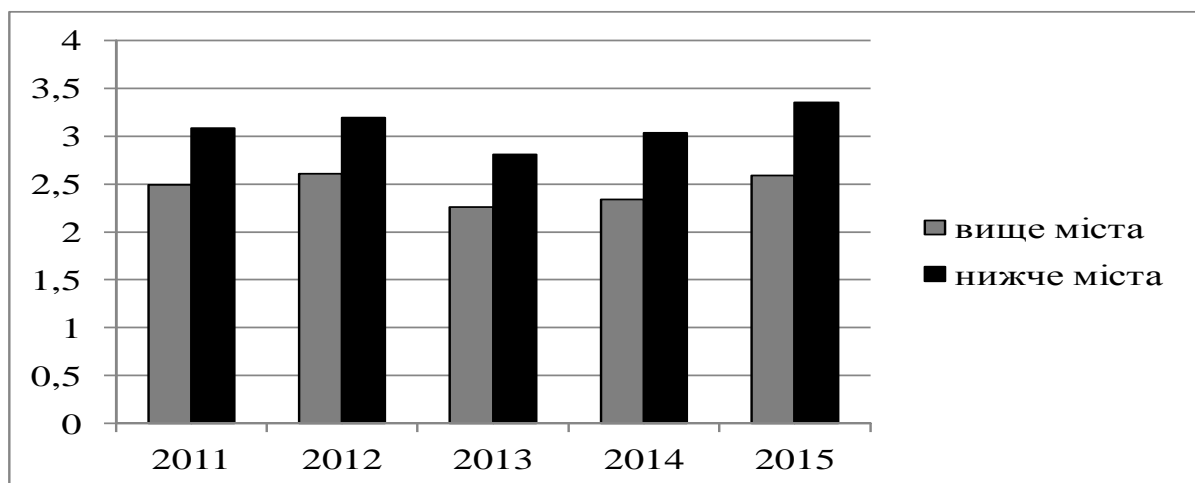


Рисунок 6.4 - Графік зміни концентрацій кремнію

6.2 Характеристика змін біогенних речовин в межах створу р.Інгулець – с.Садове

Результати аналізу змін у часі біогенних речовин в межах пункту р.Інгулець-с.Садове були опубліковані у вигляді тез Міжнародної наукової конференції [4 Додаток А].

На рис. 6.5 представлені графіки зміни у часі речовин азотної групи: азоту амонійного, азоту нітритного та азоту нітратного в межах с.Садове.

При ГДК=0,39 мг/дм³ для водних об'єктів рибогосподарського використання за значеннями азоту амонійного перевищень не спостерігалось. Концентрації несуттєво змінювались на протязі періоду спостережень: від 0,32 мг/дм³ (06.04.2012 р.) до 0,35 мг/дм³ (06.04.2013; 09.01.2014; 07.08 та 09.10.2015 р.)

Також у воді р.Інгулець-с.Садове не було й перевищень ГДКрг. за вмістом азоту нітратного (ГДКрг.=9,0 мг/дм³) - значення змінювались в межах 0,31-0,35 мг/дм³; та азоту нітритного (ГДКрг.=0,02 мг/дм³) - коливання концентрацій 0,010-0,014 мг/дм³.

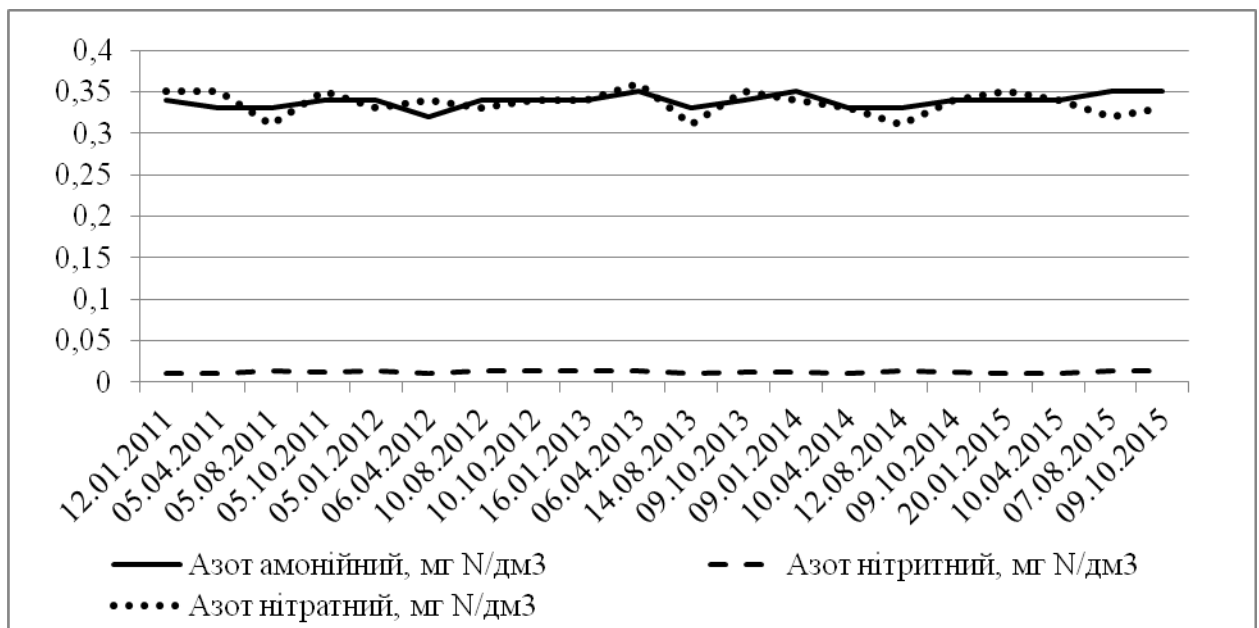


Рисунок 6.5 - Графіки зміни у часі азоту амонійного, азоту нітритного та азоту нітратного в воді р.Інгулець-с.Садове

На рис.6.6 наведений графік зміни у часі концентрацій фосфатів та фосфору загального в воді р.Інгулець-с.Садове. Як можна бачити, зміна речовин відбувається достатньо синхронно, тільки в 2015 році найменші значення фосфатів спостерігались 10 квітня (0,147 мг/дм³), а фосфору загального – 7 серпня (0,23 мг/дм³), причому, це значення по загальному фосфору було мінімальним за період спостереження. Коливання концентрації фосфатів знаходяться в межах від 0,133 мг/дм³ (14.08.2013 р.) до 0,209 мг/дм³ (09.01.2014 р.). По лінії тренду видно, що за період спостереження кількість фосфатів у часі практично не змінювалась і варіювала в межах середнього значення 0,17 мг/дм³, а концентрація фосфору загального в воді Інгульця нижче селища Садове поступово зменшувалась.

Зміна концентрації кремнію у воді р.Інгулець через 1,2 км нижче за течією від с.Садове, представлена на рис 6.7.

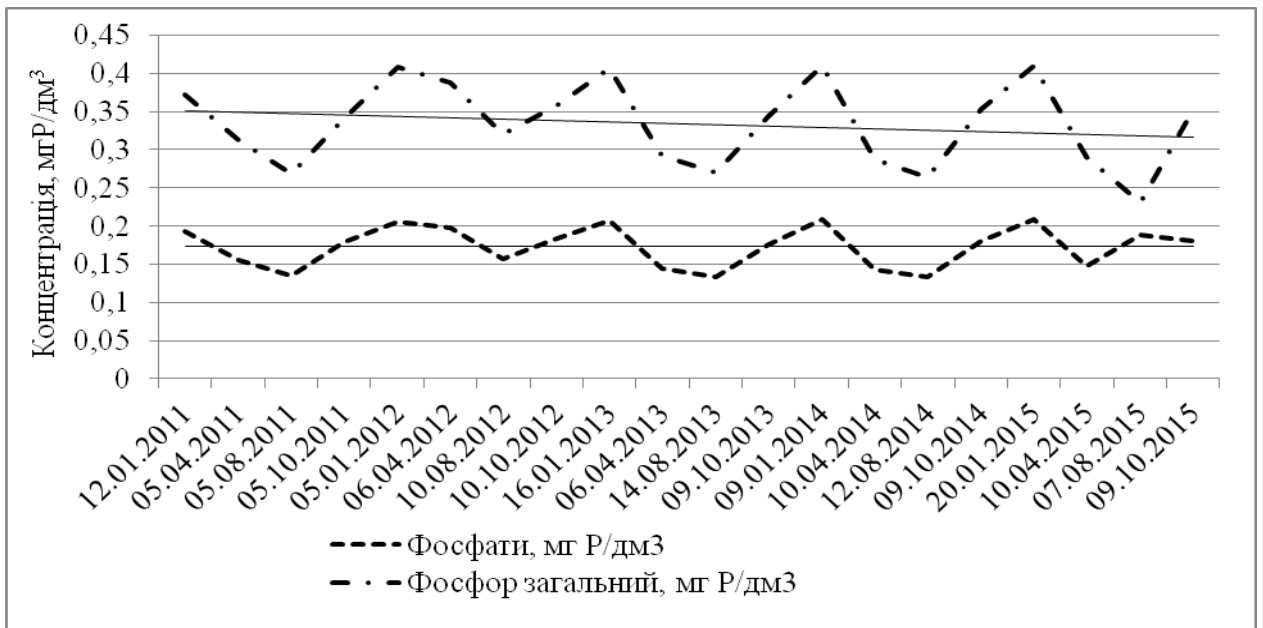


Рисунок 6.6 – Хронологічний графік зміни концентрацій фосфатів та фосфору загального в воді р.Інгулець-с.Садове

З графіку видно, що концентрації кремнію змінювались у незначних межах. Найменші показники спостерігались у квітні: 3,18 мг/дм³ 06.04.2012р. та 3,27 мг/дм³ 10.04.2014 р. Найбільше значення вмісту кремнію

у воді Інгульця в межах селища Садове за період 2011-2015 рр. було зафіксовано 05.01.2012 року і дорівнювало $3,57 \text{ мг/дм}^3$. Середнє багаторічне значення склало $3,45 \text{ мг/дм}^3$, тобто, можна зазначити постійність вмісту кремнію у воді річки.

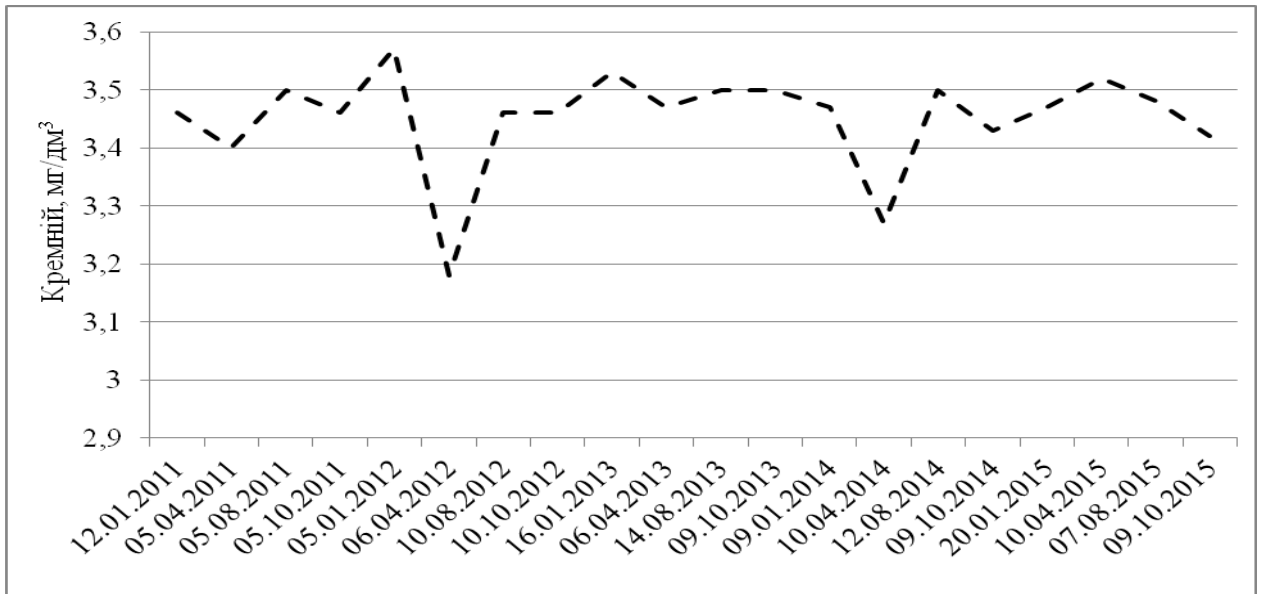


Рисунок 6.7 - Зміна концентрації кремнію в воді р.Інгулець-с.Садове

6.3 Порівняльна характеристика концентрацій біогенних речовин в межах трьох створів дослідження на р.Інгулець

Вміст азоту амонійного в воді р.Інгулець наведений на рис. 6.8, а азоту нітритного на рис.6.9. Значення речовин тільки нижче с.Садове жодного разу не виходять за межі гранично-допустимих концентрацій.

Середня річна концентрація азоту амонійного вище Кривого Рогу була нижчою за ГДКрг в 2011 році; в інші роки значення перевищували норматив. Після міста концентрації зростають і перевищують ГДКрг. в 1,46-2,49 разів; концентрації в попередньому створі в 1,53 - 2,16 разів; концентрації в межах Садове – в 1,7 - 2,88 разів (рис.6.8).

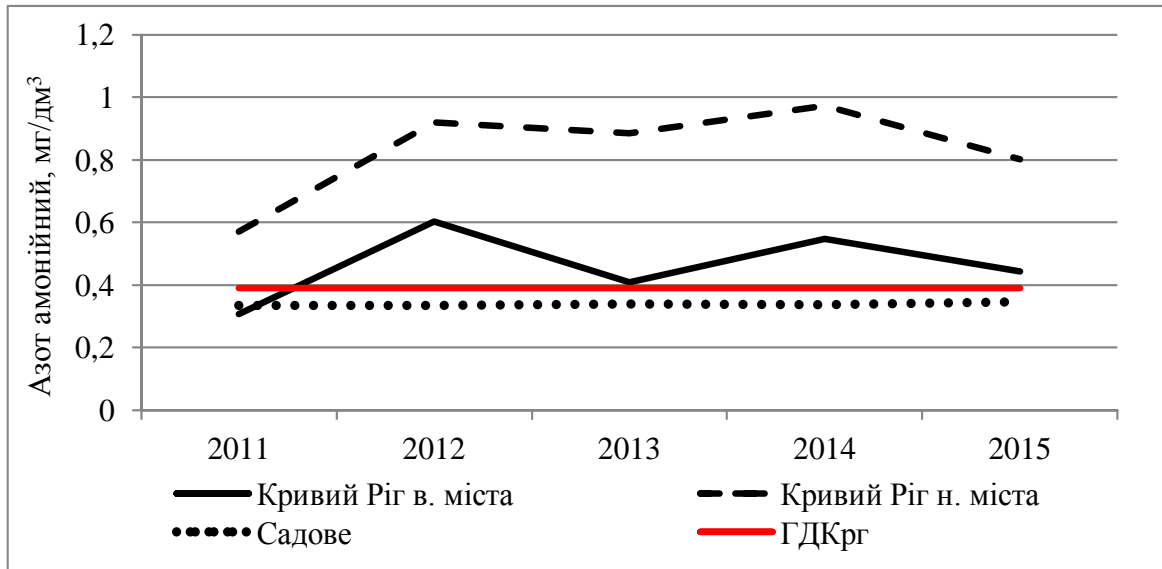


Рисунок 6.8 – Динаміка азоту амонійного в басейні р.Інгулець

Концентрації азоту нітритного в межах с.Садове трохи зростають з 2011 по 2015 рр., але зменшуються у часі в межах міста Кривий Ріг (рис.6.9).

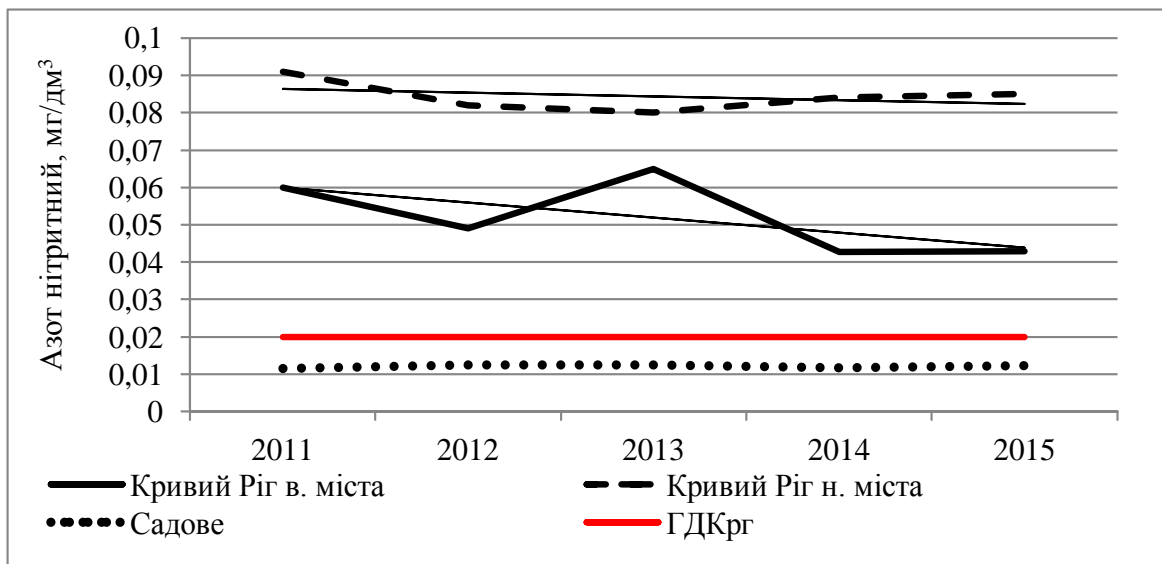


Рисунок 6.9 - Динаміка азоту нітритного в басейні р.Інгулець

Найбільші значення з середніх річних показників спостерігались нижче міста і складали 4-4,55 ГДКрг. Середня концентрація за період дослідження

вище Кривого Рогу дорівнювала $0,052 \text{ мг/дм}^3$, що перевищує норматив в 2,5 рази та в 4,17 разів показник в межах Садового ($0,012 \text{ мг/дм}^3$). Середньобогаторічне значення нижче Кривого Рогу складає $0,084 \text{ мг/дм}^3$, що більше, ніж в попередньому створі в 1,68 разів і в 6,75 разів більше, ніж біля с.Садове.

На рис. 6.10 наведена зміна концентрацій фосфатів в басейні р.Інгулець. Вміст речовини в межах м.Кривий Ріг змінюється майже синхронно. Концентрації зменшуються у часі; після міста значення трохи більше, ніж до міста.

Найменший показник вмісту фосфатів із середніх річних значень в обох створах біля Кривого Рогу спостерігались в 2012 році, у той час, як в цей рік в межах Садового була найбільша концентрація. В цьому пункті концентрації фосфатів значно вище, ніж в попередніх створах, що може свідчити про антропогенну складову. Середньобогаторічне значення вище міста складало $0,044 \text{ мг/дм}^3$, нижче міста – $0,056 \text{ мг/дм}^3$, в межах Садового – $0,173 \text{ мг/дм}^3$.

Динаміка кремнію в басейні Інгульця представлена на рис. 6.11. Як і за вмістом фосфатів, найвищі середні річні концентрації кремнію були біля с.Садове, а нижчі – за 1 км до Кривого Рогу. В межах міста концентрації трохи зростають у часі і мають синхронний характер. Вміст фосфатів в межах селища знаходиться в протифазі до концентрацій речовини в районі Кривого Рогу: в 2012 році спостерігались підвищення концентрацій біля міста і зниження в межах Садового; в 2013 році значення кремнію зменшуються в двох верхніх створах, а в нижньому, навпаки – збільшується. Середні багаторічні концентрації розподілились наступним чином: вище міста – $2,46 \text{ мг/дм}^3$, нижче міста - $3,09 \text{ мг/дм}^3$, в районі селища – $3,45 \text{ мг/дм}^3$, що свідчить про збільшення вмісту кремнію в просторі.

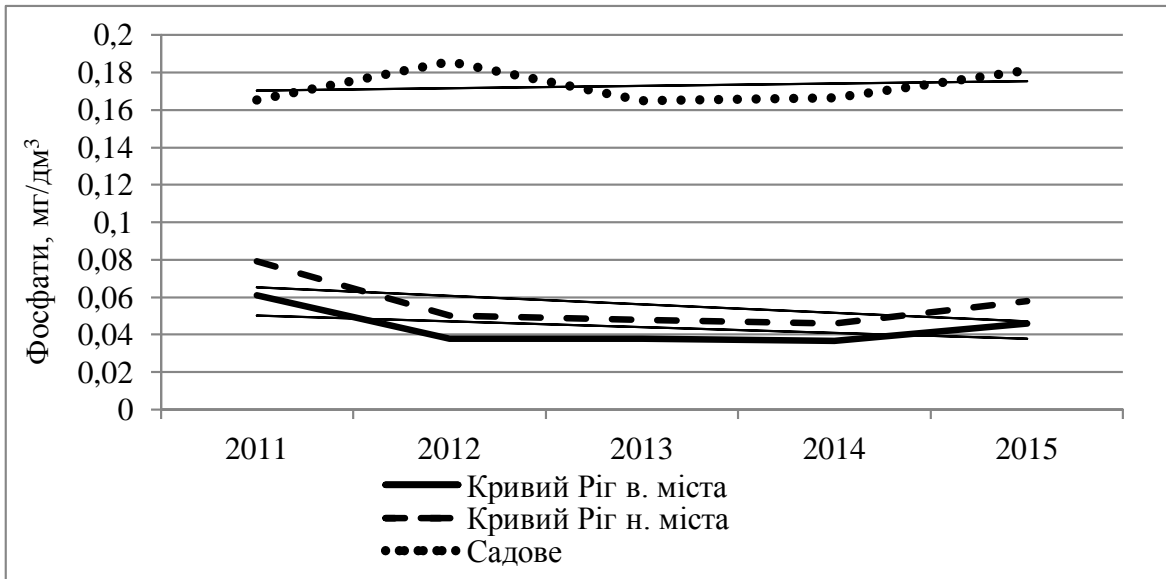


Рисунок 6.10 – Динаміка фосфатів в басейні р.Інгулець

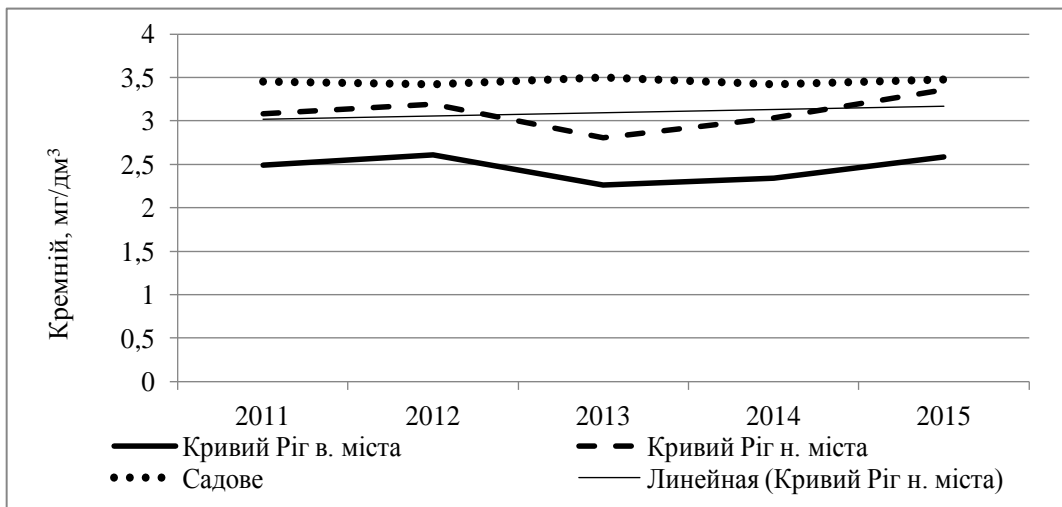


Рисунок 6.11 - Динаміка кремнію в басейні р.Інгулець

7 АНАЛІЗ ЗМІН У ЧАСІ РЕЧОВИН ТОКСИЧНОЇ ДІЇ В МЕЖАХ ТРЬОХ СТВОРІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА Р.ІНГУЛЕЦЬ

7.1 Характеристика змін у часі речовин токсичної дії в межах р.Інгулець – м.Кривий Ріг

Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) – це неорганічні та органічні речовини, що здатні утворювати піну на поверхні води. До цих речовин відносять миючі, зволожуючі, емульгуючі, дезінфікуючі та інші препарати. СПАР надходять у поверхневі води зі скидами побутовими стічних вод, скидами стічних вод нафтової та текстильної промисловості. Наявність СПАР у воді призводить до інтенсивного розвитку мікрофлори. Нижче населених пунктів у воді зазвичай спостерігається збільшення концентрацій СПАР. [8]

Зміна СПАРів вище та нижче Кривого Рогу представлена на рис.7.1.

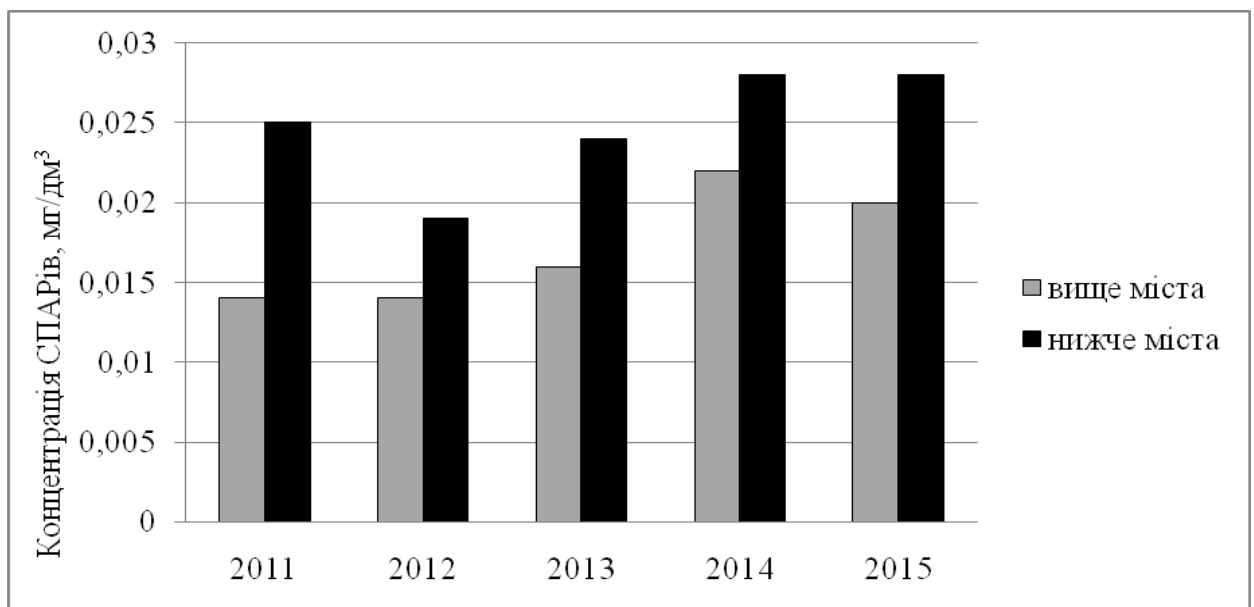


Рисунок 7.1 - Графік зміни концентрації СПАРів в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДКр.=0,2 мг/дм³)

Як видно з графіку, значення концентрацій СПАРів у воді значно менше за ГДКр. в межах обох пунктів.

Феноли є одним з найбільш поширених забруднень, що надходять у поверхневі води зі стоками підприємств нафто-, сланцепереробної, лісохімічної, коксохімічної, анілінофарбової промисловостей та ін. [8]

На рис.7.2 відображена зміна середньорічної концентрації фенолів у часі.

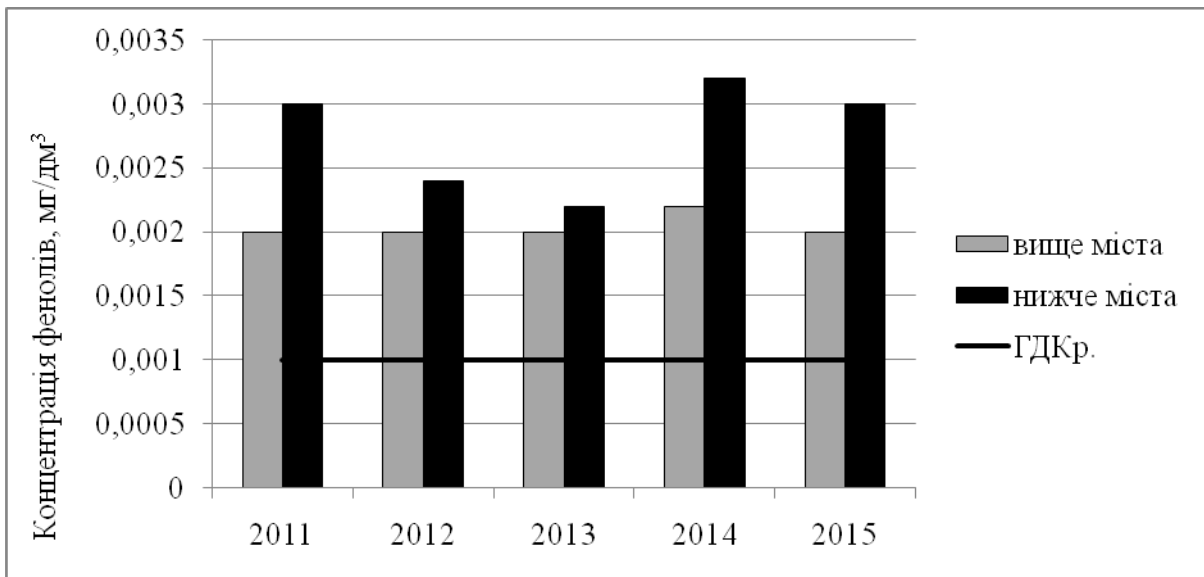


Рисунок 7.2 - Графік зміни концентрації фенолів в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДКр.=0,001 мг/дм³)

Концентрації фенолів в межах верхнього створу дорівнювали 0,002мг/дм³, тобто перевищували ГДКр. у два рази. Біля нижнього створу концентрації змінювались від 0,0022 мг/дм³ до 0,0032 мг/дм³., при ГДКр.= 0,001 мг/дм³.

Графік зміни мангану в пункті р.Інгулець-м.Кривий Ріг представлений на рис.7.3.

У водойми *манган* потрапляє в результаті вилуговування залізоманганних руд та інших мінералів, що містять цей елемент. Значні концентрації мангану надходять в поверхневі води в процесі розкладання

водних тваринних та рослинних організмів, особливо синьо-зелених, діатомових водоростей. Сполуки мангану виносяться у водойми зі стічними водами манганних збагачувальних комбінатів, металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості і з шахтними водами [8].

Видно, що ГДК_{рг.} значно перевищенні в межах обох створів. Цей параметр був задіяний як при розрахунку ІЗВ, так і при розрахунку ІЗВ_{мод.}, оскільки по цьому елементу найвище відношення фактичних даних до нормативу.

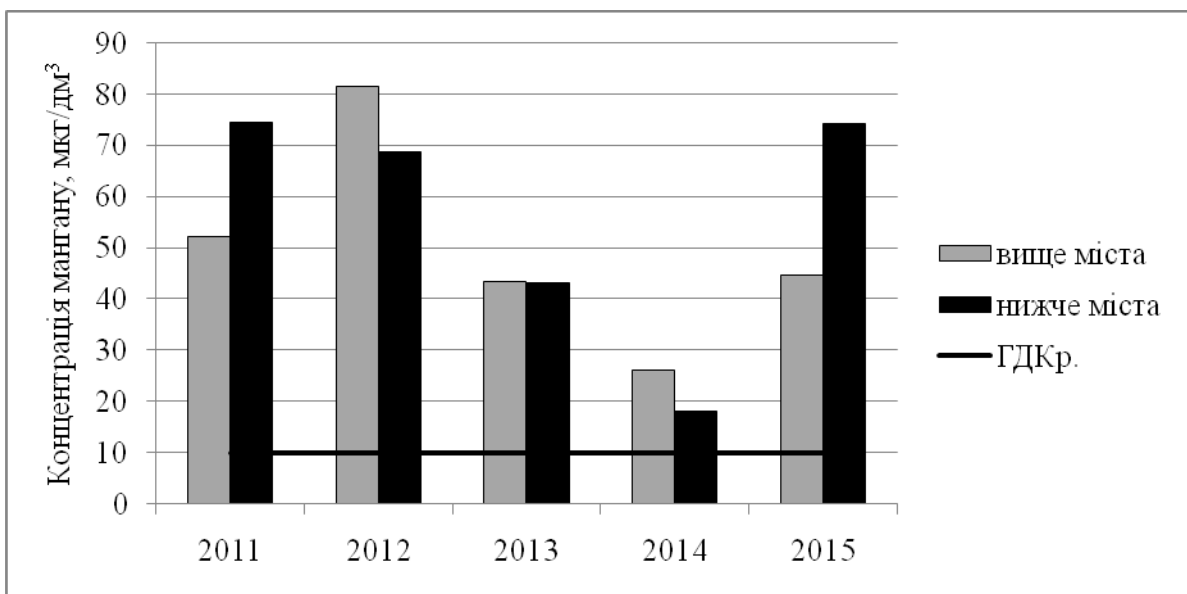


Рисунок 7.3 - Графік зміни концентрації мангану в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДК_{рг.}=0,01 мг/дм³)

Вище міста значення концентрації змінювались в межах 2,6ГДК_{рг.} (2014р.) – 8,16ГДК_{рг.} (2012 р.), нижче створу від 1,8ГДК_{рг.} (2014 р.) до 7,45ГДК_{рг.} (2011 р.). Цікаво, що на протязі 2012-2014 рр. концентрації мангану за 1 км до міста Кривий Ріг вище ніж після міста. В 2013-2014 роках концентрації мангану в воді р.Інгулець значно зменшились в межах обох створів, але в 2015 році знов суттєво зросли.

Хром. Хром надходить у поверхневі води у процесі хімічного вилугування його сполук з гірських порід і мінералів, з ґрунтів у районах рудних родовищ, зі скидами стічними водами гальванічних і хімічних виробництв, текстильної та шкіряної промисловості. [8]

Гранично-допустима концентрація шестивалентного хрому для водойм рибогосподарського призначення дорівнює 0,001 мг/дм³.

На рис.7.4 представлений графік зміни іонів шестивалентного хрому в межах створу спостереження.

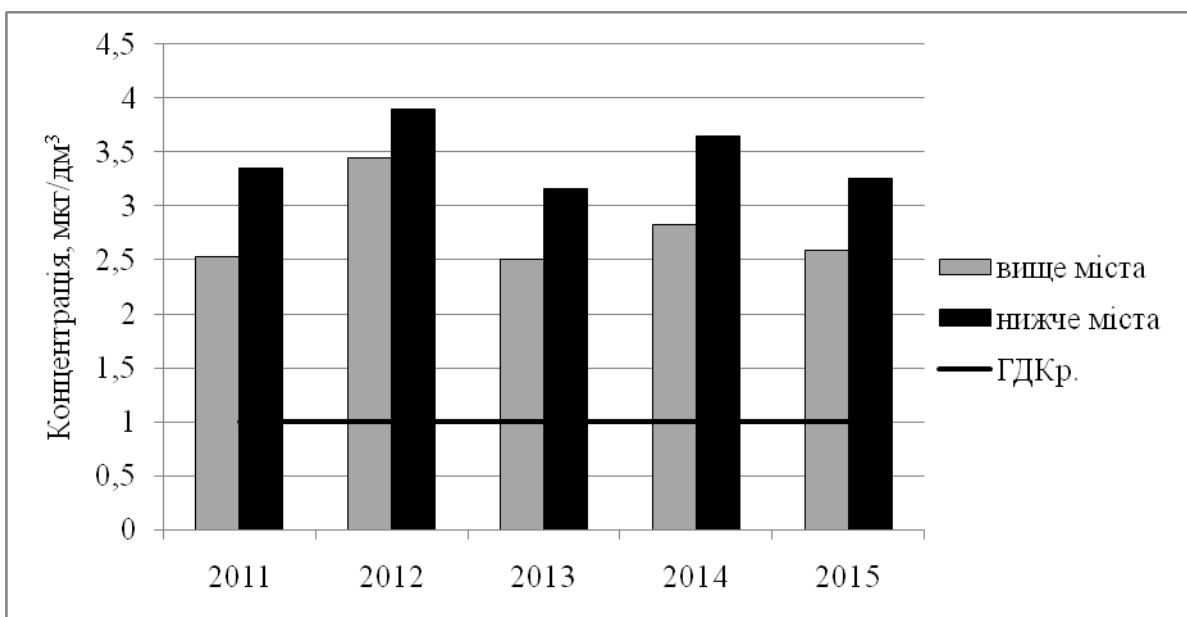


Рисунок 7.4 - Графік зміни концентрації хрому в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДК_{р.Сr⁶⁺}=0,001 мг/дм³)

Цей параметр враховувався при обчисленні ІЗВ_{мод}. Перевищення над ГДК_{р.} складало: вище міста – 2,5-3,4 рази, нижче міста – 3,1-3,9 рази. Суттєвих змін на протязі періоду спостереження не виявлено.

Мідь - один з найважливіших мікроелементів. Вона бере участь у процесі фотосинтезу і впливає на засвоєння азоту рослинами.. Підвищені концентрації міді (до декількох грамів у літрі) характерні для кислих гірничих вод.

З рис.7.5, на якому представлені часові зміни концентрацій міді в воді р.Інгулець, відображується поступове зменшення елемента в межах створів. Як видно, мінімальні концентрації були в 2015 році і склали 2,64 та 2,0 мкг/дм³ в верхньому та нижньому створах відповідно. Максимальні значення міді спостерігались в 2011 році і перевищували ГДК для рибогосподарського використання в 11,4 рази (вище Кривого Рогу) та в 12,2 рази (нижче міста). Можна зазначити, що в 2012-2013 рр та 2015 р. концентрації міді за 1 км до Кривого Рогу вище ніж після міста.

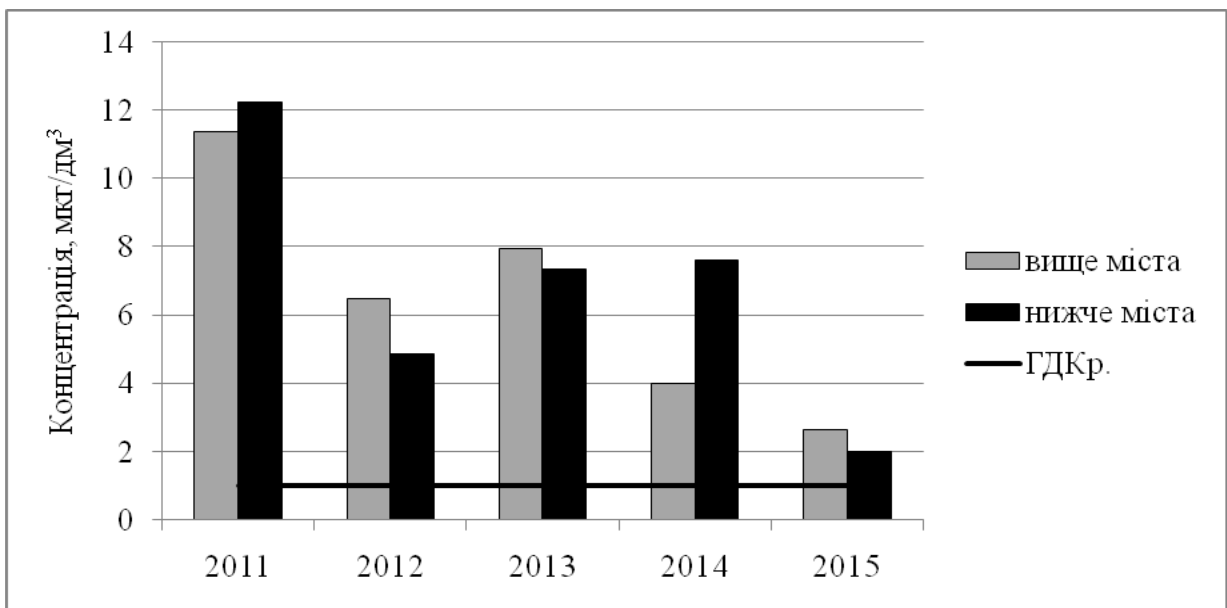


Рисунок 7.5 - Графік зміни концентрації міді в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДК_{рг.}=0,001 мг/дм³)

Середні річні концентрації цинку вище м.Кривий Ріг коливались від 14,7 мкг/дм³ у 2015 р. до 18,3 мкг/дм³ у 2013 р. (рис. 6.7). Якраз у ці роки вміст цинку в межах даного створу був вищим, ніж після міста. За лінією тренду спостерігається поступове зменшення концентрації елемента у часі. В створі, який знаходиться нижче м.Кривий Ріг, вміст цинку був найбільшим у 2012 році і перевищував ГДК_{рг.} у 2,6 рази. За лінією тренду спостерігається суттєве зменшення концентрації у часі.

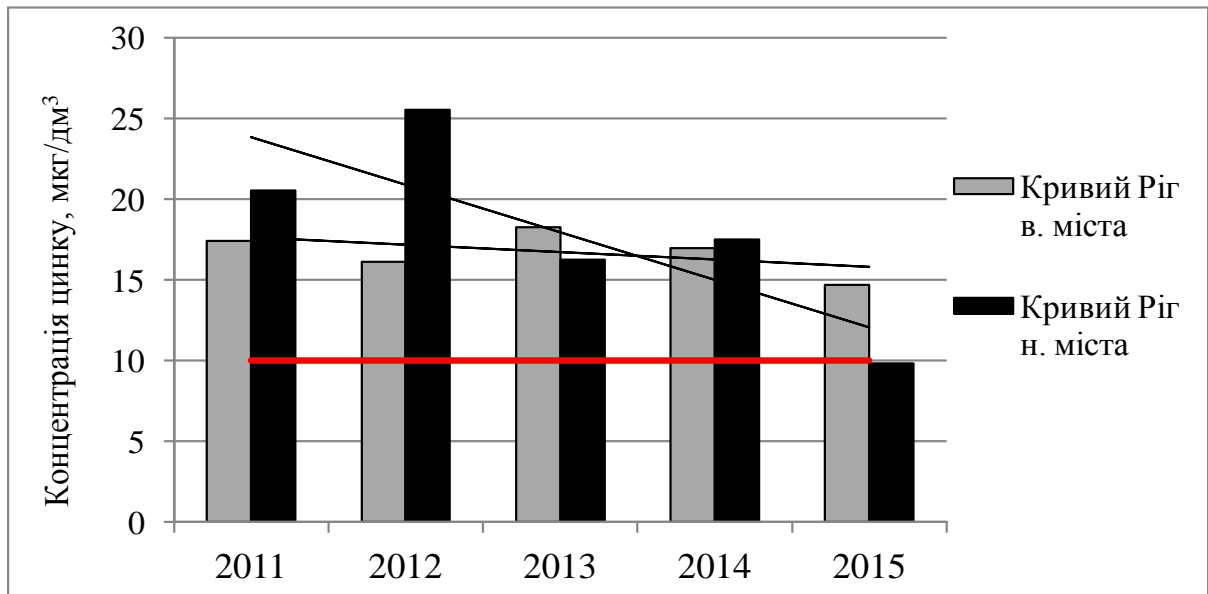


Рисунок 7.6 - Графік зміни концентрації цинку в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДК_{рг.}=0,01 мг/дм³)

На рис. 7.7 наведений графік зміни у часі заліза загального в межах м.Кривий Ріг. В 2011 та 2015 рр. концентрації заліза знаходяться нижче лінії ГДК_{рг.} в обох створах. Також можна бачити, що вище міста концентрації на протязі періоду дослідження були в межах нормативу. Нижче Кривого Рогу вміст заліза загального перевищував ГДК_{рг.} у 2012-2014 рр. В цілому, спостерігається зменшення заліза у часі в межах обох пунктів.

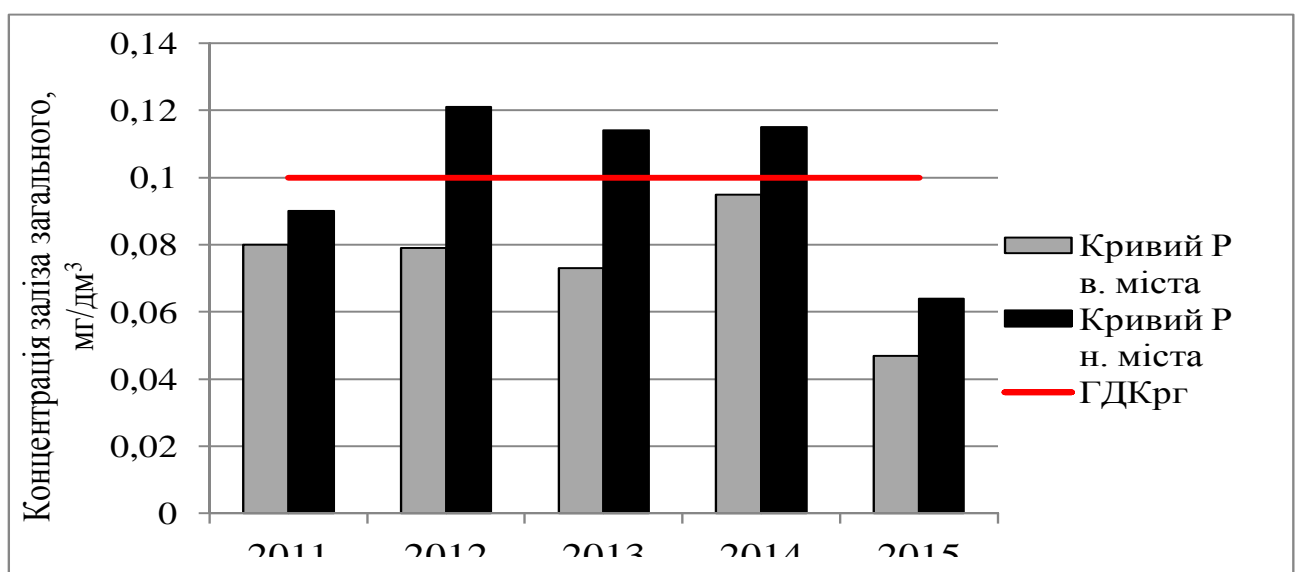


Рисунок 7.7 - Графік зміни концентрації заліза загального в межах створу р.Інгулець-м.Кривий Ріг (ГДК_{рг.}=0,1 мг/дм³)

7.2 Характеристика змін у часі речовин токсичної дії в межах р.Інгулець – с.Садове

Розподіл вмісту фенолів в воді р.Інгулець – с.Садове (1,2 км нижче селища) представлений на рис. 7.8. Видно, що на протязі періоду спостереження неодноразово відзначалось перевищення рибогосподарських нормативів; максимальні значення фенолів склали 2ГДК_{рг}. Але можна бачити й зменшення концентрації фенолів в воді річки до нуля. Сезонні коливання водності річки не впливають на вміст фенолів у воді Інгульця.

На рис. 7.9 показані зміни концентрації хрому Cr⁶⁺ в воді р.Інгулець-с.Садове.

На протязі всього періоду дослідження спостерігалось перевищення концентрації хрому Cr⁶⁺ над ГДК для рибогосподарського використання, за виключенням значення, яке було зафіксоване 05.08.2011 року (0,9 мкг/дм³). Найбільші показники вмісту хрому склали 3,2-3,3 ГДК_{рг} (05 січня та 06 квітня 2012 року і 7 серпня 2015 р. відповідно). Сезонних коливань концентрацій хрому не виявлено.

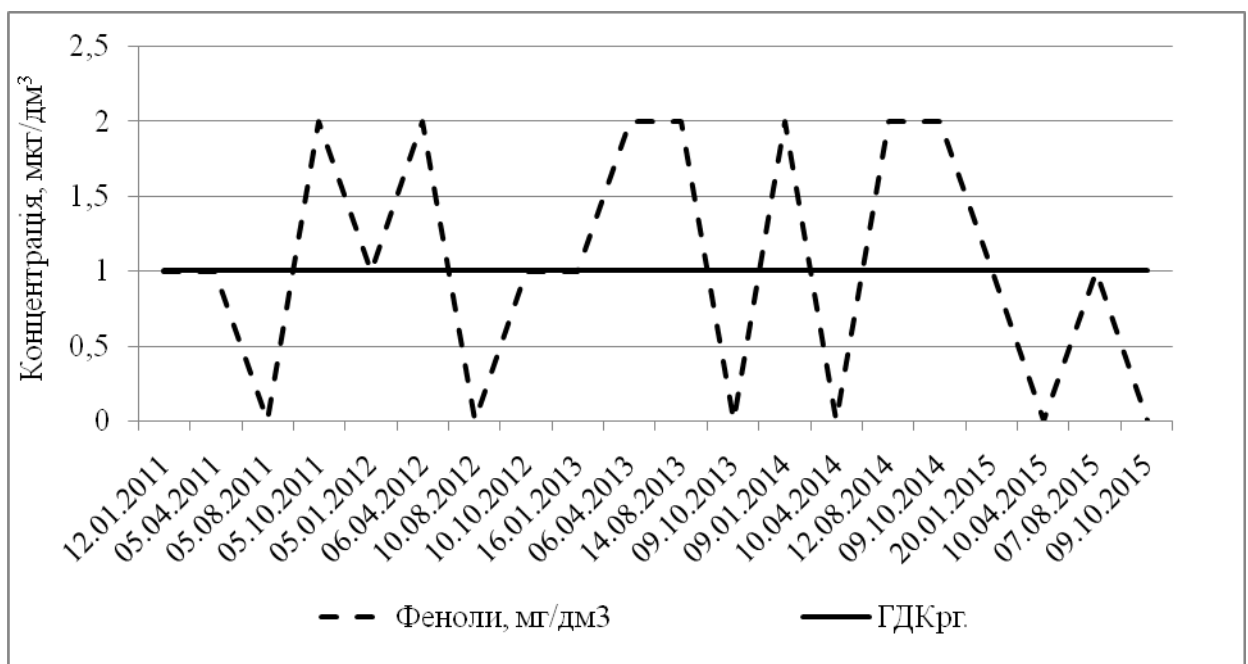


Рисунок 7.8 – Розподіл концентрації фенолів в воді р.Інгулець-с.Садове

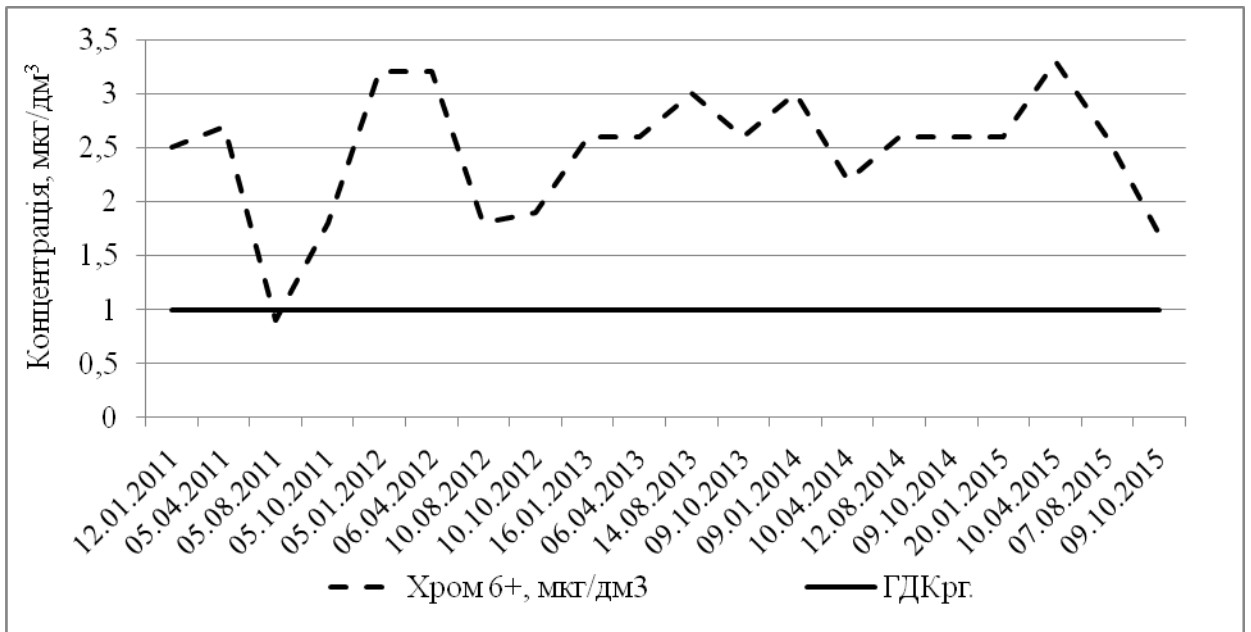


Рисунок 7.9 - Розподіл концентрації хрому Cr⁶⁺ в воді р.Інгулець-с.Садове

Вміст концентрації синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) в воді р.Інгулець-с.Садове не перевищував рибогосподарської ГДК (ГДКкр.=0,02 мг/дм³) на протязі всього періоду спостереження (рис.7.10). Значення СПАРів змінювались у незначних межах : 0,00 - 0,02 мг/дм³.

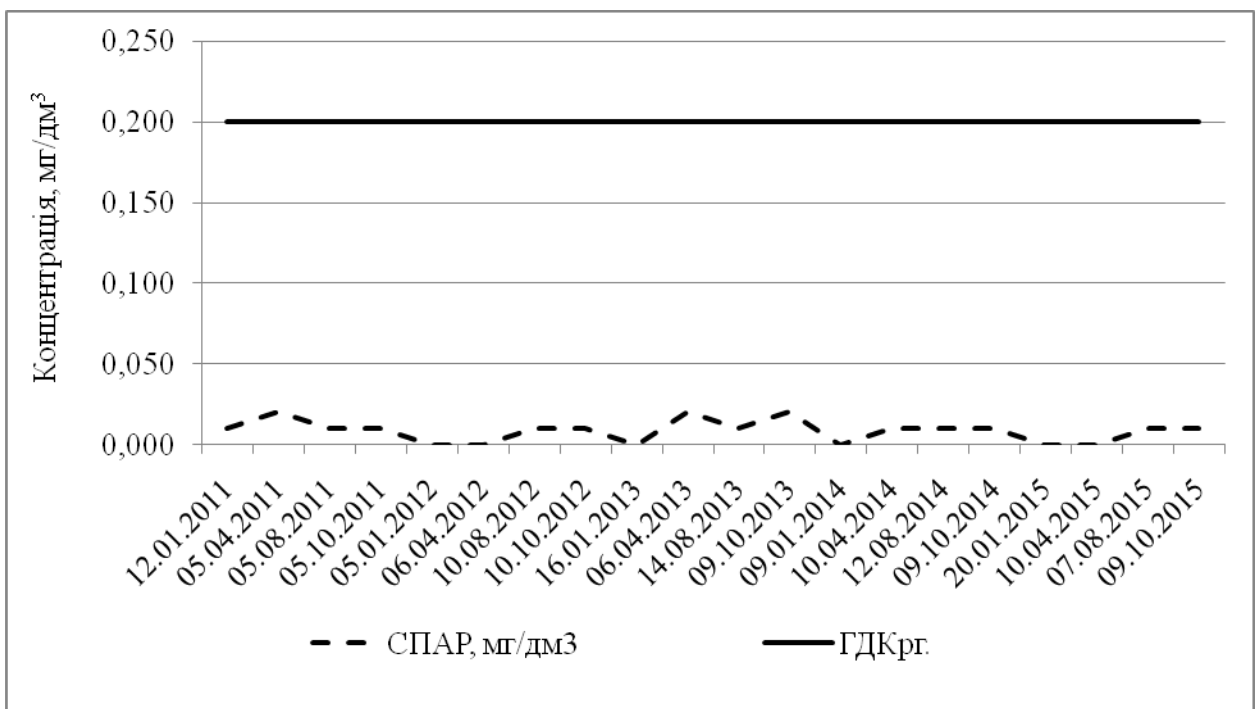


Рисунок 7.10– Розподіл концентрації СПАРів в воді р.Інгулець-с.Садове

Нафтопродукти. Нафтопродукти – органічні сполуки, отримані шляхом переробки нафти (автомобільне та дизельне паливо, гас, мастила, мазут). Вони потрапляють у поверхневі води зі скидами стічних вод нафтопереробних підприємств. [8]

За період 2011-2015 рр. не було визначено перевищення ГДКрг. за вмістом нафтопродуктів (НП) в воді Інгульця біля с.Садове. При значенні нормативу 0,05 мг/дм³, концентрації НП змінювались від 0,00 до 0,03 мг/дм³.

7.3 Порівняльна характеристика концентрацій речовин токсичної дії в межах трьох створів дослідження на р.Інгулець

Тільки три речовини токсичної дії вимірювались в межах всіх трьох створів спостереження: феноли, шестивалентний хром та СПАР.

На рис. 7.11 наведені зміни концентрацій фенолів. В межах Кривого Рогу вміст речовини перевищував рибогосподарські нормативи на протязі періоду дослідження. Вище міста середньорічні концентрації фенолів не змінювались до 2013 року, потім трохи зросли в 2014 р. і знов знизилась до попереднього значення, яке дорівнює 2ГДКрг. В більш широких межах спостерігалось коливання фенолів нижче міста: від 2,2 ГДКрг. (2013 р.) до 3,2ГДКрг. (2014 р.). Нижче с.Садове концентрація фенолів була на межі ГДКрг. у 2011-2012 рр.; у 2014 – зросла у півтора рази, потім знизилась до показника, який менше нормативу.

Можна зазначити, що в двох верхніх створах концентрація фенолів зростає у часі, нижче міста трохи повільніше, а в межах с.Садове – знижується.

Середньорічні концентрації шестивалентного хрому в межах м.Кривий Ріг та с.Садове наведені на рис. 7.11. На протязі періоду спостереження в усіх трьох створах концентрації хрому перевищують ГДК для об'єктів рибогосподарського призначення. В верхніх двох пунктах коливання вмісту хрому синхронні і мають два піки: перший спостерігався у 2012р. і середні

річні значення були найбільшими за період дослідження (3,42 мкг/дм³ та 3,89 мкг/дм³ вище та нижче міста відповідно). Другий, менший пік спостерігався у 2014 р. Можна бачити, що загалом, концентрації у часі в межах Кривого Рогу несуттєво, але знижуються.

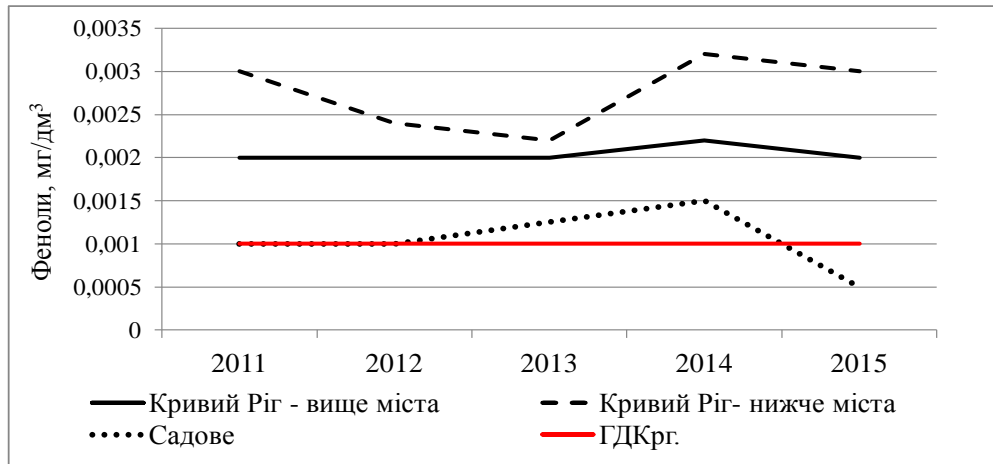


Рисунок 7.11 – Розподіл концентрації фенолів в воді р.Інгулець

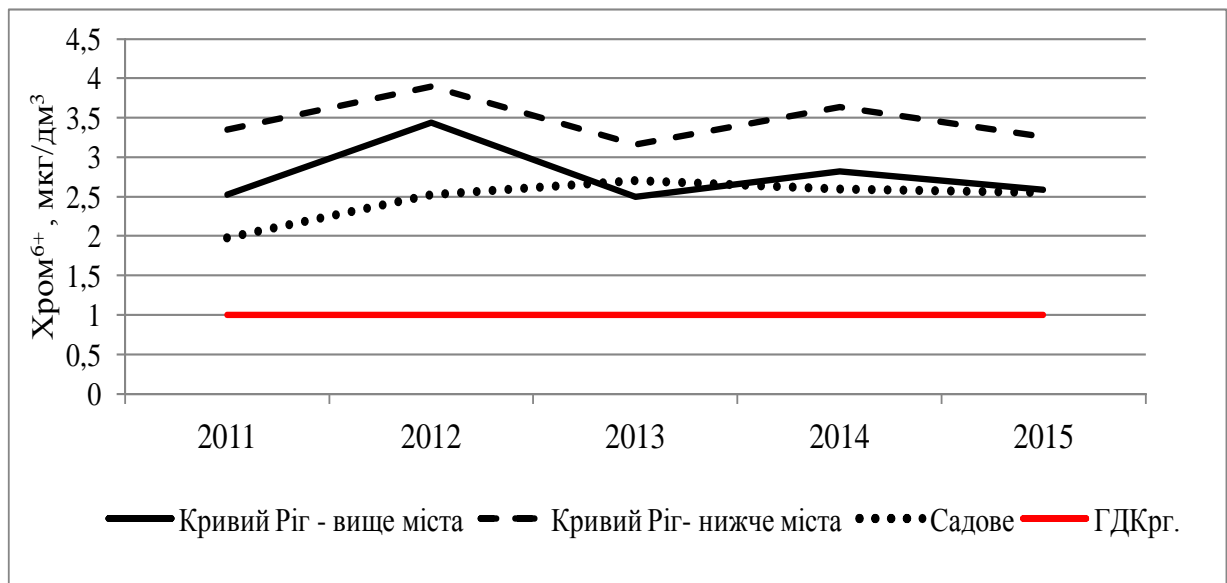


Рисунок 7.12 - Розподіл концентрації шестивалентного хрому в воді р.Інгулець

Біля селища Садове концентрації хрому навпаки зростають у часі. Максимальне перевищення ГДКрг. у 2,7 рази спостерігалось у 2013 році і було більшим за концентрацією, ніж в пункті вище Кривого Рогу.

Розподіл концентрації СПАРів в воді р.Інгулець наведений на рис.7.13. Середні річні значення показнику в межах трьох створів спостереження значно нижче за ГДКрг. Коливання СПАРів як біля м.Кривий Ріг так і нижче с.Садове майже синхронні, але, якщо в межах міста концентрації речовини трохи зростають у часі, то в межах нижнього пункту – зменшуються.

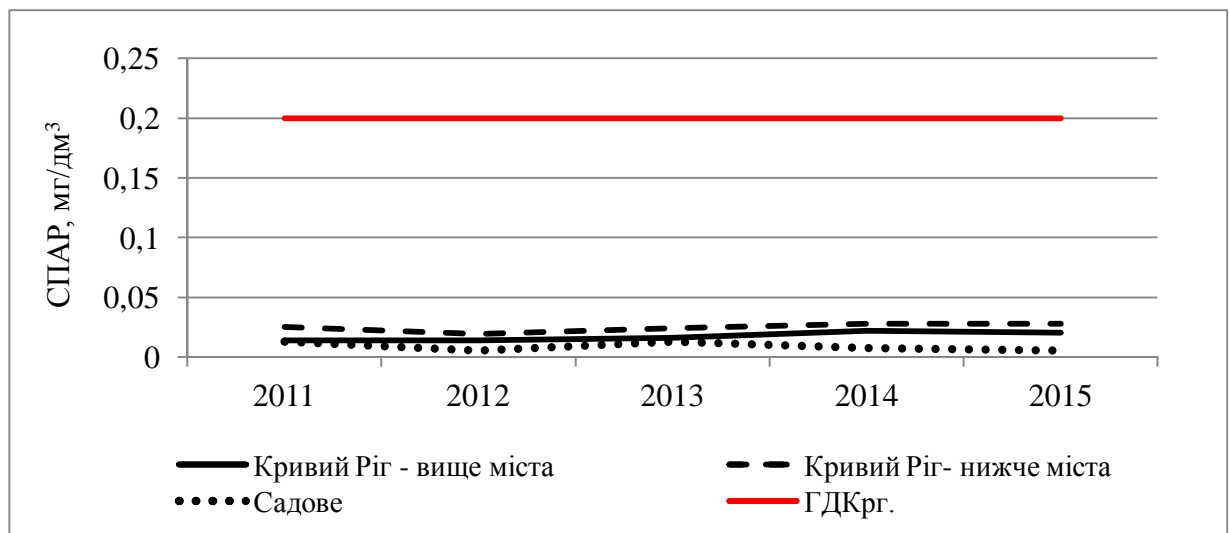


Рисунок 7.13 Розподіл концентрації СПАРів в воді р.Інгулець

Матеріали по даному розділу опубліковані у співавторстві з науковим керівником у вигляді статті [5 Додаток А].

8 РОЗРАХУНОК ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ (ІЗВ ТА ІЗВМОД.)

Спостереження за якістю води проводились в межах м.Кривий Ріг (в 1 км вище та 1 км нижче міста) та с.Садове (в 1,2 км нижче селища), яке розташоване в точці, де зливаються Дніпро і Інгулець. Місто Кривий Ріг має потужний гірничо-металургійний комплекс і його підприємства являються забруднювачами річки важкими металами, хлоридами, сульфатами та ін.. Садове – це дачне селище. Тому були розраховані індекси забруднення води (ІЗВ) та модифіковані індекси забруднення (ІЗВмод.) в межах досліджуваних створів. Результати, що наведені в даному розділі були опубліковані у співавторстві з науковим керівником [6, 7, 8, 9 Додаток А].

Розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) визначається за шістьма інгредієнтами, обов'язковими з яких являються розчинений кисень та біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅). Для розрахунків були обрані наступні параметри якості води: обов'язкові – розчинений кисень, БСК₅, а також додаткові - азот нітритний, азот амонійний, феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) для м.Кривий Ріг, а в створі с.Садове. замість фенолів обрані нафтопродукти. Розрахунок проводився за період 2011 - 2015 рр за рибогосподарськими нормативами.

Вихідна інформація для розрахунку індексу забруднення води в межах м.Кривий Ріг наведена в табл. 8.1., а в межах с.Садове – в табл.8.2.

Існує модифікація ІЗВ, коли частина показників є постійною, а в якості інших беруть показники з найбільшими відношеннями до ГДК. Це дозволяє більш повно використовувати наявну гідрохімічну інформацію. До обов'язкових показників відносяться БСК₅ і розчинений кисень. Інші чотири вибираються зі списку: сульфати, хлориди, ХСК, азот нітритів, нітратів, амонійний, фосфор фосфатів, залізо загальне, марганець, мідь, цинк, хром, нікель, алюміній, свинець, ртуть, миш'як, нафтопродукти, СПАР.

Таблиця 8.1 – Вихідна інформація по розрахунку ІЗВ в пункті спостереження р.Інгулець – м.Кривий Ріг за період 2011-2015 рр.

Рік	Створ р.Інгулець-м.Кривий Ріг	Кисень, мг О ₂ /дм ³	БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³	Азот амонійний, мг N/дм ³	Азот нітритний, мг N/дм ³	СПАР, мг/дм ³	Феноли, мг/дм ³
2011	вище міста	8,48	2,37	0,306	0,06	0,014	0,002
	нижче міста	8,1	2,758	0,571	0,091	0,025	0,003
2012	вище міста	8,7	2,51	0,602	0,049	0,014	0,002
	нижче міста	8,15	3,146	0,92	0,082	0,019	0,0024
2013	вище міста	8,76	2,73	0,409	0,065	0,016	0,002
	нижче міста	8,28	3,225	0,885	0,08	0,024	0,0022
2014	вище міста	8,48	3,12	0,548	0,043	0,022	0,0022
	нижче міста	8,2	3,52	0,972	0,084	0,028	0,0032
2015	вище міста	8,61	2,59	0,443	0,043	0,020	0,002
	нижче міста	8,27	3,13	0,802	0,085	0,028	0,003

Таблиця 8.2 - Вихідна інформація для розрахунку ІЗВ. за 2011-2015рр. по р.Інгулець – с. Садове

Показник	Значення концентрацій, мг/дм ³				
	2011	2012	2013	2014	2015
розчинений. кисень	10,09	8,03	10,82	9,92	9,94
БСК ₅	2,908	2,96	3,14	2,97	2,91
азот амонійний	0,335	0,335	0,34	0,338	0,345
азот нітритний	0,012	0,013	0,013	0,012	0,012
СПАР	0,013	0,005	0,012	0,008	0,005
нафтопродукти	0,008	0,010	0,003	0,013	0,000

Нами був розрахований модифікований індекс забруднення води по параметрах: БСК₅, розчинений кисень, азот нітритний, манган, хром, мідь в створі м.Кривий Ріг, а в межах с.Садове - БСК₅, розчинений кисень, азот нітритний, азот амонійний, феноли, шестивалентний хром.

Вихідна інформація для розрахунку індексу забруднення води в межах м.Кривий Ріг наведена в табл. 8.3, а в межах с.Садове – в табл.8.4.

Таблиця 8.3 – Вихідна інформація по розрахунку ІЗВ_{мод} в пункті спостереження р.Інгулець – м.Кривий Ріг за період 2011-2015 рр.

Рік	Створ р.Інгулець-м.Кривий Ріг	Кисень, мг О ₂ /дм ³	БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³	Азот нітритний, мг N/дм ³	Мідь, мкг/дм ³	Манган, мкг/дм ³	Хром 6+, мкг/дм ³
2011	вище міста	8,48	2,37	0,06	11,37	52,14	2,525
	нижче міста	8,1	2,758	0,091	12,23	74,5	3,35
2012	вище міста	8,7	2,51	0,049	6,457	81,57	3,44
	нижче міста	8,15	3,146	0,082	4,86	68,71	3,89
2013	вище міста	8,76	2,73	0,065	7,933	43,43	2,5
	нижче міста	8,28	3,225	0,08	7,33	43,00	3,16
2014	вище міста	8,48	3,12	0,043	4,00	26,00	2,82
	нижче міста	8,2	3,52	0,084	7,6	18,00	3,64
2015	вище міста	8,61	2,59	0,043	2,64	44,57	2,59
	нижче міста	8,273	3,13	0,085	2,00	74,14	3,26

Таблиця 8.4 - Вихідна інформація для розрахунку ІЗВ_{мод.} за 2011-2015рр. по р.Інгулець – с. Садове

Показник	Значення концентрацій, мг/дм ³				
	2011	2012	2013	2014	2015
розчинений. кисень	10,09	8,03	10,82	9,92	9,94
БСК ₅	2,91	2,96	3,14	2,97	2,91
азот амонійний	0,335	0,335	0,340	0,338	0,345
азот нітритний	0,012	0,013	0,013	0,012	0,012
хром Cr ⁶⁺ , мкг/дм ³	1,98	2,53	2,70	2,60	2,55
феноли	0,001	0,001	0,00125	0,0015	0,0005

За результатами обчислень визначають клас якості води.

Виділяють такі класи якості води за ІЗВ:

I – дуже чиста ($ІЗВ \leq 0,3$);

II – чиста ($0,3 < ІЗВ \leq 1,0$);

III – помірно забруднена ($1,0 < ІЗВ \leq 2,5$);

IV – забруднена ($2,5 < ІЗВ \leq 4,0$);

V– брудна ($4,0 < IЗВ \leq 6,0$);

VI – дуже брудна ($6,0 < IЗВ \leq 10,0$);

VII – надзвичайно брудна ($IЗВ > 10,0$);

До першого класу відносяться води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних та гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону.

Для вод другого класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.

До третього класу відносяться води, які знаходяться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем.

Води IV-VII класів – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес [16].

В табл. 8.5 наведена характеристика отриманих результатів розрахунку в пункті спостереження м.Кривий Ріг.

Результати розрахунків ІЗВ за період 2011-2015рр.. біля с.Садове надаються в табл.8.6.

Таблиця 8.5 – Результати розрахунку ІЗВ в пункті спостереження р.Інгулець – м.Кривий Ріг за період 2011-2015 рр.

Рік	Створ р.Інгулець-м.Кривий Ріг	ІЗВ	Клас	Характеристика
2011	вище міста	1,23	III	<i>помірно забруднена</i>
	нижче міста	1,80	III	<i>помірно забруднена</i>
2012	вище міста	1,27	III	<i>помірно забруднена</i>
	нижче міста	1,79	III	<i>помірно забруднена</i>
2013	вище міста	1,33	III	<i>помірно забруднена</i>
	нижче міста	1,73	III	<i>помірно забруднена</i>
2014	вище міста	1,27	III	<i>помірно забруднена</i>
	нижче міста	1,99	III	<i>помірно забруднена</i>
2015	вище міста	1,16	III	<i>помірно забруднена</i>
	нижче міста	1,87	III	<i>помірно забруднена</i>

Таблиця 8.6 - Результати розрахунку ІЗВ в пункті спостереження р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015 рр.

Показник	Співвідношення $C_i/\text{ГДК}$ (для O_2 – норматив/концентрація)					
	ГДК	2011	2012	2013	2014	2015
розчинений. кисень	6,00	0,595	0,748	0,554	0,605	0,604
БСК ₅	3,00	0,969	0,987	1,048	0,991	0,968
азот амонійний	0,39	0,859	0,859	0,872	0,865	0,885
азот нітритний	0,02	0,575	0,625	0,625	0,588	0,613
СПАР	1,00	0,063	0,025	0,063	0,038	0,025
нафтопродукти	0,001	0,15	0,2	0,05	0,25	0,00
ІЗВ		0,54	0,57	0,54	0,56	0,52
клас якості		II	II	II	II	II
Характеристика		чиста	чиста	чиста	чиста	чиста

Отримані результати по трьох створах були графічно представлені на рис. 8.1.

Видно, що вода в межах створу м.Кривий Ріг (як вище так і нижче міста) за ІЗВ належить до III класу, тобто «помірно забруднена»: вище м.Кривий Ріг значення ІЗВ коливались від 1,16 (2015 р.) до 1,33 (2013 р.), а нижче міста – від 1,73 (2013 р.) до 1,99 (2014 р.).

Суттєвих змін в межах створів за період спостереження практично не відбувається. За [16] води р.Інгулець - м.Кривий Ріг знаходяться під значним антропогенним впливом на протязі всього періоду спостереження.

Нижче селища Садове значення ІЗВ коливались від 0,52 (2015р.) до 0,57 (2012 р.). Вода в межах створу на протязі періоду спостереження відносилась до II класу і була «чистою». За [16] якість води характеризується другим класом, тобто для вод характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.

В табл. 8.7 наведена характеристика отриманих результатів розрахунку модифікованого індексу забруднення води в пункті спостереження м.Кривий Ріг (вище та нижче створу)..

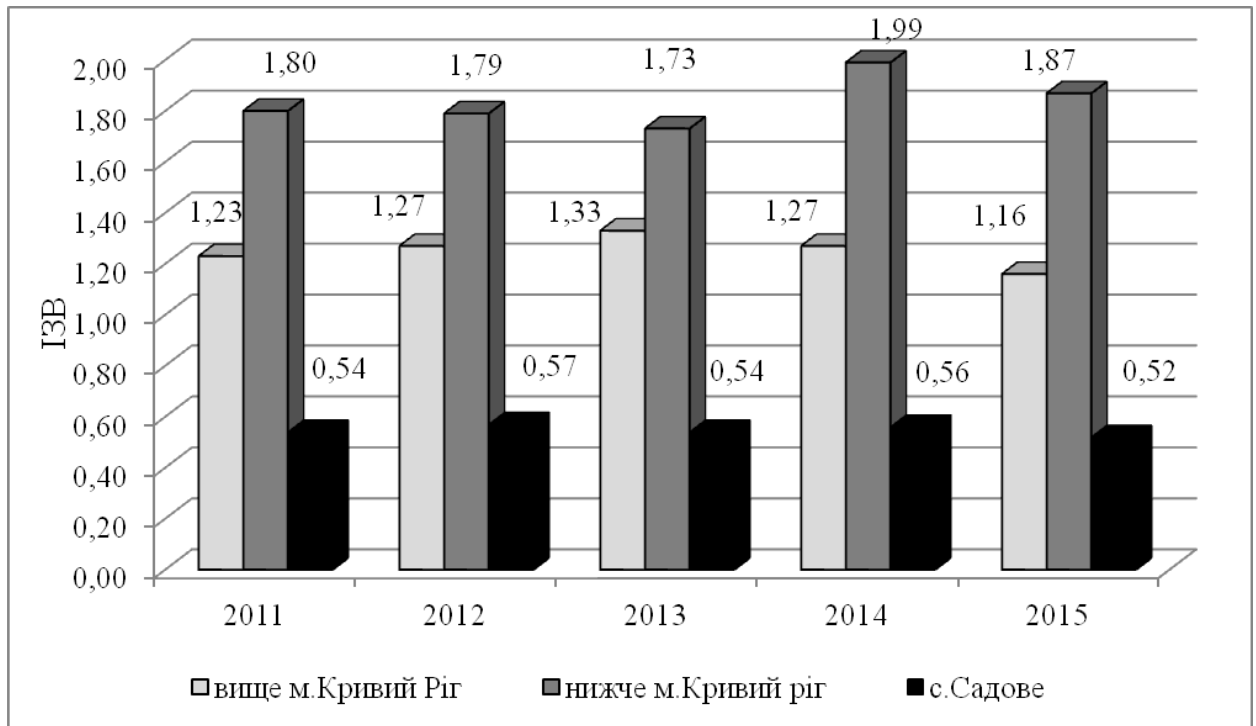


Рисунок 4.1 – Зміна у часі ІЗВ в пунктах спостереження р.Інгулець – м.Кривий Ріг (вище та нижче міста) та р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015 рр

Результати розрахунків ІЗВ_{мод.} за період 2011-2015рр.. біля с.Садове надаються в табл.8.8.

Таблиця 8.7 – Результати розрахунку ІЗВ_{мод.} в пункті спостереження р.Інгулець – м.Кривий Ріг за період 2011-2015 рр.

Рік	Створ р.Інгулець-м.Кривий Ріг	ІЗВ _{мод.}	Клас	Характеристика
2011	вище міста	3,93	IV	забруднена
	нижче міста	4,87	V	брудна
2012	вище міста	3,67	IV	забруднена
	нижче міста	3,58	IV	забруднена
2013	вище міста	3,27	IV	забруднена
	нижче міста	3,43	IV	забруднена
2014	вище міста	2,22	III	<i>помірно забруднена</i>
	нижче міста	3,19	IV	забруднена
2015	вище міста	2,23	III	<i>помірно забруднена</i>
	нижче міста	3,12	IV	забруднена

Таблиця 8.8 – Результати розрахунку ІЗВмод. в пункті спостереження р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015 рр.

Показник	Співвідношення $C_i/\text{ГДК}$ (для O_2 – норматив/концентрація)					
	ГДК	2011	2012	2013	2014	2015
розчинений. кисень	6,00	0,59	0,75	0,56	0,60	0,60
БСК ₅	3,00	0,97	0,99	1,06	0,99	0,97
азот амонійний	0,39	0,859	0,859	0,872	0,865	0,885
азот нітритний	0,02	0,575	0,625	0,625	0,588	0,613
хром Cr^{6+} , мкг/дм ³	1,00	1,98	2,53	2,70	2,60	2,55
феноли	0,001	1,0	1,0	1,12	1,5	0,5
ІЗВ		1,00	1,12	1,18	1,91	1,02
клас якості		II	III	III	III	II
Характеристика		чиста	помірно забруднена	помірно забруднена	помірно забруднена	чиста

На рис. 8.2 показаний графік зміни модифікованого індексу забруднення води в басейні р.Інгулець. Вище м.Кривий Ріг ІЗВмод. змінюється в межах 2,22 (2014 р.) – 3,93 (2011 р.). В 2011-2013 рр. води річки відносяться до IV класу якості і оцінюються як «забруднені», а в 2014-2015 роках – відносяться до III класу якості, тобто «помірно забруднені». Зменшення ІЗВмод. у часі відбувається і в створі на відстані 1 км від міста. Там індекс забруднення коливався від 3,12 (2015 р.) до 4,87 (2011 р.). У 2012 році навіть спостерігається незначне зменшення ІЗВмод. нижче м.Кривий Ріг. Вода окрім 2011 року (V клас – «брудна») на протязі всього іншого періоду характеризується IV класом якості, а саме «забруднена». Екологічний стан басейну (за [16]) р.Інгулець - м.Кривий Ріг на протязі 2011-2015 рр. (за вищеозначеною класифікацією) оцінюється як екологічний регрес.

Така якість води р.Інгулець в м.Кривий Ріг пов'язана із значними перевищеннями над ГДК для рибогосподарського призначення наступних речовин: азоту нітритного (3,25ГДКр.г. вище міста та 4-4,55ГДКр.г. нижче); мангану (2,6– 8,16ГДКр.вище створу та 1,8 - 7,45 ГДКр.г. нижче); хрому (до

3,4 та 3,9ГДКрг. вище та нижче міста відповідно); міді (до 11,4 вище та 12,2ГДКрг. нижче пункту).

В створі с.Садове якість води в 2011 році належала до II класу і характеризувалася як «чиста». Майже таке значення ІЗВмод. спостерігалось і в 2015 році (1,02). В 2012-2014 рр. вода за 1,2 км від селища належала до III класу якості, тобто була «помірно забруднена». Також можна бачити, що збільшення індексу забруднення в 2013 та 2014 роках відбувалось за рахунок перевищення над ГДК концентрацій фенолів та БСК₅, а високі значення співвідношення С_i/ГДК за вмістом хрому в воді р.Інгулець, спостерігались на протязі всього досліджуваного періоду.

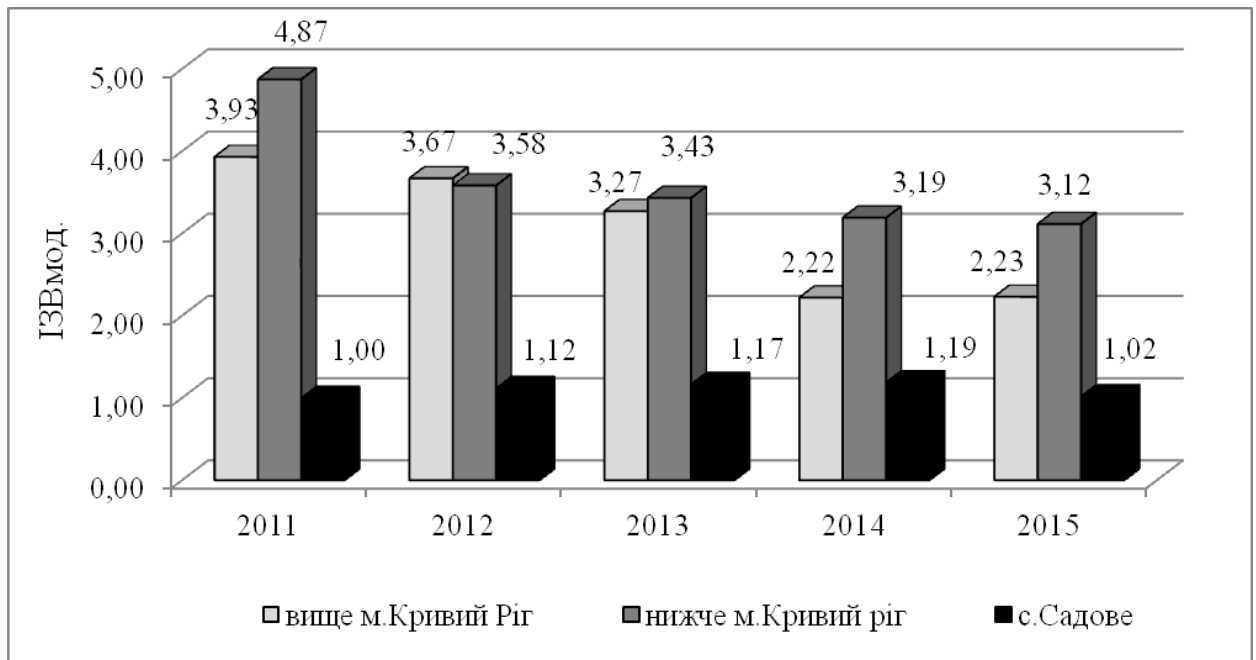


Рисунок 8.2 – Зміна у часі ІЗВмод. в пунктах спостереження р.Інгулець – м.Кривий Ріг (вище та нижче міста) та р.Інгулець – с.Садове за період 2011-2015 рр

Зведені результати по розрахунку ІЗВ та ІЗВмод. в межах трьох пунктів спостереження: р.Інгулець –м.Кривий Ріг (вище та нижче міста) і р.Інгулець – с.Садове за період дослідження наведені в табл.8.9.

Можна зробити висновок, що в 2011 році були визначені певні зміни в якості води порівняно з природним фоном, однак ці зміни не порушували екологічної рівноваги.

З 2012 по 2014 роки (включно) води р.Інгулець в 1,2 км нижче від с.Садове знаходяться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем. В 2015 році якість води знов покращилась, в основному, за рахунок зменшення середньорічних концентрацій фенолів та БСК₅.

Таблиця 8.9 – Зедені результати розрахунку ІЗВ та ІЗВмод. в басейні р.Інгулець за період 2011-2015 рр.

Роки	вище м.Кривий Ріг	нижче м.Кривий Ріг	с.Садове	Роки	вище м.Кривий Ріг	нижче м.Кривий Ріг	с.Садове
	ІЗВ				ІЗВмод.		
2011	1,23	1,80	0,54	2011	3,93	4,87	1,00
2012	1,27	1,79	0,57	2012	3,67	3,58	1,12
2013	1,33	1,73	0,54	2013	3,27	3,43	1,17
2014	1,27	1,99	0,56	2014	2,22	3,19	1,19
2015	1,16	1,87	0,52	2015	2,23	3,12	1,02

9 ЗАХОДИ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ Р.ІНГУЛЕЦЬ

Водоохоронні зони та прибережні захисні смуги є природоохоронними територіями з обмеженою господарською діяльністю, що регламентується Водним кодексом України. З метою реалізації природоохоронного заходу у місті Кривий Ріг розроблені проекти та встановленні в натурі (на місцевості) межі водоохоронних зон і прибережних захисних смуг річок Інгулець та Саксагань, що затверджені рішенням Криворізької міської ради від 28.05.2014 № 2728 "Про затвердження проекту землеустрою зі встановлення водоохоронних зон та прибережних захисних смуг уздовж річок Інгулець та Саксагань у місті Кривий Ріг Дніпропетровської області". В межах Довгострокової програми по вирішенню екологічних проблем Кривбасу та поліпшенню стану навколишнього природного середовища на 2011-2022 роки у місті вирішується ряд нагальних питань у сфері охорони та раціонального використання водних ресурсів [3].

З метою доведення якості очищення стічних вод до нормативних показників протягом останніх років коштами місцевих бюджетів проводяться заходи щодо реконструкції загальноміських очисних споруд Центральної та Північної станцій аерації. Виконуються проектні роботи щодо реконструкції споруд біологічного очищення стічних вод Центральної станції аерації з втіленням технологій нітри-, денітрифікації та дефосфатизації.

В рамках реалізацій проекту "Розчистка русла річки Стара Саксагань" протягом 2010-2012 років розчищено майже 5 км русла річки у Центрально-міському районі, створено умови для відпочинку мешканців і гостей міста. Для відновлення водних живих ресурсів проведено зариблення річки шляхом випуску у її русло більше однієї тонни дворічного товстолаба з Криничанського рибгоспу. В результаті реалізації заходу риба отримала нове поліпшене середовище свого існування, а це буде сприятливо впливати на стан річки. Адже відомо, що деякі види риб, здатні, фільтруючи через себе

воду, очищувати її від синьо-зелених водоростей, а також від надмірного збільшення очерету. [3].

На теперішній час розпочато реалізацію найважливішого етапу проекту "Протиповеневі заходи та поліпшення гідрологічного стану р. Інгулець у Дніпропетровській області" – будівництво підпірного шлюзу в руслі р. Інгулець в районі вулиці Старовокзальна. Даним проектом передбачені заходи, що спрямовані на поліпшення екологічних показників водного середовища, покращення екологічного і санітарного стану прибережних територій, які традиційно використовуються мешканцями міста для рекреаційних і спортивних цілей як місця відпочинку коло води з влаштуванням спортивних майданчиків та для аматорського рибальства. Розчищення також відновлює замулені плеса, що значно покращать умови існування гідробіонтів, у тому числі іхтіофауни. Щороку після регламентного скиду надлишків зворотних вод в річку Інгулець для стабілізації гідрохімічного стану річки Інгулець та покращення якості води в Карачунівському водосховищі у весняно-літній період протягом 2011-2015 років здійснювалась її промивка, яка складалась зі скиду води з Карачунівського водосховища та паралельної подачі дніпровської води каналом Дніпро-Інгулець. Після регламентного скиду 2015-2016 років розпочато промивку річки на підставі розробленого та затвердженого "Регламенту промивки русла та екологічного оздоровлення річки Інгулець, поліпшення якості води у Карачунівському водосховищі та на водозаборі Інгулецької зрошувальної системи у 2016 році", яким враховано позитивний досвід та екологічний ефект від промивки 2015 року [3].

ВИСНОВКИ

Річка Інгулець протікає через чотири промислові області України (Кіровоградській, Дніпропетровській, Миколаївській, Херсонській) і потерпає від значного зарегулювання. В межах басейну створено багато водосховищ та ставків, в смт. Велика Олександрівка існує дамба ГЕС.

В роботі були проаналізовані об'єми водопостачання та водовідведення в межах м.Кривий Ріг на р.Інгулець. На протязі періоду 2012-2015 рр. найбільша кількість стічних вод потрапляла від комунального підприємства КП “Жовтоводський водоканал”, яке скидало недостатньо очищені води в притоку Інгульця – річку Жовту. З 2012 р. об'єми НДО поступово зменшувались у часі. Шахтні води, що скидаються підприємствами в басейні р.Інгулець мають підвищену мінералізацію.

Концентрації мінералізації в 1 км вище Кривого Рогу змінювались від 667,4 мг/дм³ (2014 р.) до 857,4 мг/дм³ (2012 р.), і належали до прісних олігогалинних. В 1 км нижче міста концентрації змінювались в межах 1092 мг/дм³ (2014 р.) – 1424 мг/дм³ (2011р.) і вода за критерієм мінералізації характеризувалась як солонувата β-мезогалинна. Вода в створі р.Інгулець-с.Садове за критерієм мінералізації відноситься до прісних гіпогалинних і значення коливаються від 354 мг/дм³ (2012 р.) до 366 мг/дм³ (2013 р.). В цілому, мінералізація у часі в двох пунктах спостереження біля м.Кривий Ріг зменшується і несуттєво збільшується в межах с.Садове,

Переважаючими аніонами вище міста являються сульфати (44%), нижче міста – хлориди (54%), в межах Садового – гідрокарбонати (54%). Переважаючими катіонами являються натрій (вище і нижче 34 та 40% відповідно) та кальцій (48% біля селища Садове).

Середньорічні значення сульфатів та магнію в межах Кривого Рогу (до і після міста) перевищували відповідні ГДКрг., в середньому в 2,5 та 1,3 рази вище міста та 3 і 1,8 разів – нижче міста. Біля с.Садове перевищень відповідних нормативів не спостерігалось ні за вмістом аніонів, ні за вмістом

катионів. У створі за 1 км до Кривого Рогу концентрації хлоридів та натрію були вищими за ГДКрг, через 1 км від міста вниз за течією – нижче.

Вміст завислих речовин майже синхронний в межах Кривого Рогу і в цілому, концентрації в обох створах зростають у часі. Найменші показники завислих речовин спостерігались нижче с.Садове, але концентрації теж зростали у часі.

Найбільші значення БСК₅ з трьох пунктів спостереження відзначались після Кривого Рогу і несуттєво перевищували норматив, за виключенням 2011 року, коли показник був в нормі. Біля с.Садове концентрації БСК₅ перевищували ГДКрг. тільки в 2013 р. , але в 2011 - цей показник в межах селища був вищим з усіх пунктів дослідження.

За вмістом розчиненого кисню в межах всіх створів середньорічні концентрації на протязі періоду дослідження були вищими за ГДКрг.

Значення азоту амонійного та нітритного тільки нижче с.Садове жодного разу не виходять за межі гранично-допустимих концентрацій. До Кривого Рогу вміст NH₄⁺ перевищував ГДКрг. в середньому в 1,3 рази, після – в 1,5-2,5 разів. Концентрації азоту нітритного являються вищими за рибогосподарський норматив, але зменшуються у часі в пунктах спостереження біля м.Кривий Ріг і трохи збільшується в межах с.Садове, хоча і не перевищують ГДКрг.

Концентрація фосфатів нижче Садового значно вища ніж в двох попередніх створах і збільшується в часі, а в межах Кривого Рогу - зменшується. Це може вказувати на антропогенну складову.

Середньорічні концентрації кремнію складають: вище міста – 2,46мг/дм³, нижче міста - 3,09 мг/дм³ , в районі селища – 3,45 мг/дм³, що свідчить про збільшення вмісту кремнію вниз за течією.

З речовин токсичної дії тільки феноли, шестивалентний хром та СПАР вимірювались в усіх трьох створах. Концентрації хрому у часі в межах Кривого Рогу несуттєво, але знижуються, але перевищують ГДКрг. в середньому в 3 рази вище міста, в 3,5 разів – нижче міста. Біля селища

Садове концентрації хрому навпаки зростають у часі. Максимальне перевищення ГДК_{рг.} у 2,7 рази спостерігалось у 2013 році і було більшим за концентрацією, ніж в пункті вище Кривого Рогу.

Концентрації СПАРів в межах всіх створів суттєво менші за ГДК_{рг.}, трохи збільшуються в межах Кривого Рогу і зростають в межах с.Садове.

В межах Кривого Рогу вміст фенолів перевищував рибогосподарські нормативи на протязі періоду дослідження. Вище міста середньорічні концентрації речовини в середньому перевищували ГДК_{рг.} в 2 рази, нижче міста - в 2,5 разів. Біля с.Садове концентрація фенолів була на межі ГДК_{рг.} у 2011-2012 рр.; у 2014 – зросла у півтора рази, потім знизилась до показника, який менше нормативу.

Концентрації марганцю в 2012 та 2015 роках були більшими до міста і перевищували ГДК_{рг.} в 8,1 та 2,5 разів відповідно. В інші роки найбільші середньорічні значення спостерігались після міста. Вони коливались в межах 1,8-7,3ГДК_{рг.}

Концентрації міді частіше мали вищі значення до м.Кривий Ріг, ніж після (2012, 2013 та 2015 рр.). На протязі періоду дослідження вміст міді в воді р.Інгулець значно більші за ГДК_{рг.}: вище міста в 2,6-11,4 разів та нижче міста – в 2,0-12,2 рази. В цілому, концентрації зменшуються у часі.

Концентрації цинку також зменшуються у часі (в верхньому створі повільніше). Перевищення складали 1,5-1,8 ГДК_{рг.} вище Кривого Рогу і 1-2,6ГДК_{рг.} – нижче.

Вміст заліза загального був більшим за норматив тільки в 2012-2014 рр. в створі, що знаходиться за 1 км нижче від міста.

Для розрахунку ІЗВ використовувались речовини: розчинений кисень, БСК₅, азот нітритний, азот амонійний, феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) для м.Кривий Ріг, а в створі с.Садове. замість фенолів обрані нафтопродукти. Для обчислення ІЗВ_{мод.} обрані: БСК₅, розчинений кисень, азот нітритний, манган, хром, мідь в створі м.Кривий Ріг, а в межах с.Садове - БСК₅, розчинений кисень, NH₄⁻, NO₂⁻, феноли, хром.

Вода в межах створу м.Кривий Ріг (як вище так і нижче міста) за ІЗВ належить до III класу, тобто «помірно забруднена». Це означає, що річка знаходиться під значним антропогенним впливом на протязі всього періоду спостереження. В пункті с.Садове за період 2011-2015 рр. вода р.Інгулець відносилась до II класу і була «чистою», тобто для вод характерні певні зміни порівняно з природними, але вони не порушують екологічної рівноваги.

Вище м.Кривий Ріг за ІЗВмод в 2011-2013 рр. води річки відносяться до IV класу якості і оцінюються як «забруднені», а в 2014-2015 роках – відносяться до III класу якості, тобто «помірно забруднені». Зменшення ІЗВмод. у часі відбувається і в створі на відстані 1 км від міста. Вода окрім 2011 року (V клас – «брудна») на протязі всього іншого періоду характеризується IV класом якості, а саме «забруднена». Екологічний стан басейну оцінюється як «екологічний регрес». Така якість води р.Інгулець в м.Кривий Ріг пов'язана із значними перевищеннями над ГДКрг. наступних речовин: азоту нітритного; мангану; хрому; міді.

В створі с.Садове вода в 2011 році належала до II класу якості і характеризувалася як «чиста». Майже таке значення ІЗВмод. спостерігалось і в 2015 році (1,02). В 2012-2014 рр. вода належала до III класу якості, тобто була «помірно забруднена». Слід зазначити, що збільшення ІЗВмод. в 2013 та 2014 роках відбувалось за рахунок перевищення над ГДК концентрацій фенолів та БСК₅, а високі значення співвідношення $C_i/\text{ГДК}_i$ за вмістом хрому в воді р.Інгулець, спостерігались на протязі всього досліджуваного періоду.

Якість води в р. Інгулець на вході в місто Кривий Ріг вже не відповідає вимогам нормативних документів, так як має негативні чинники з боку підприємств міста Жовті Води та Кіровоградської області [3].

З метою стабілізації гідрохімічного стану річки Інгулець та Карачунівського водосховища після завершення скиду зворотних вод з квітня по серпень триває промивка річки. Заходи з екологічного оздоровлення Карачунівського водосховища та річки Інгулець, що проводилися протягом 2011-2015 років, забезпечили покращення якості води цих водних об'єктів[3].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1.URL: <http://www.novaecologia.org/voecos-1908-1.html>
- 2.URL:[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C_\(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C_(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0))
- 3.Екологічний паспорт міста Кривого Рогу. 2017 URL: https://kr.gov.ua/ua/news/pg/190117418982655_n/
4. Геоекологічні проблеми Криворізького басейну в умовах реструктуризації гірничодобувної галузі / [Багрій І.Д., Блінов П.В., Белокопитова Н.А. та ін.]. К.: Фенікс. 2002. 190 с.
5. URL: <https://mepr.gov.ua/news/32628.html>
6. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. К.:Ніка-Центр. 2012. 179с.
7. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. /В.Д.Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін. Київ: Символ -Т,1998. 28 с.
8. Моніторинг якості води на питних водозаборах у 2014 році Басейнове управління водних ресурсів річки Рось.URL: <https://rovrosi.gov.ua/monitoring-jakosti-vodi-na-pitnih-vodozaborah-u-2014-roci.html>
9. Основи гідрохімії : підручник / В.К. Хільчевський, В.І. Осадчий, С.М. Курило. К. : Ніка-Центр, 2012. С.57-58
10. Шомко О.М., Скиба Г.В. Фосфат-іони у навколишньому середовищі та їх вплив на організм людини
URL:<http://eprints.zu.edu.ua/21903/1/%D1%88%D0%BE%D0%BC%D0%BA%D0%BE.pdf>
11. Перельман А. И. Геохимия /А. И. Перельман. М. Высш. шк., 1989. 528 с.

12. Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. В 6 кн. / В.В.Иванов ; [под ред. Э. К. Буренкова]. М. : Недра, 1994. Кн. 2: Главные р-элементы. 303. с.
13. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А. Д. Семенова. Л. : Гидрометеиздат, 1977. 541 с.
14. Gilpin L. C. The influence of changes in nitrogen: silicon ratios on diatom growth dynamics / L. C. Gilpin ., K. Davidson , E. Roberts //J. of Sea Research. 2004. Vol. 51. P. 21– 35.
15. Жежеря Т.П., Линник П.М. Силіцій у поверхневих водах: джерела надходження, форми знаходження та закономірності міграції. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. Т.4(31). С.6-15 http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/glghge_2013_4_3.pdf
16. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / Підручник. К.: Ніка-центр, 2001. 264 с.

ДОДАТКИ

1. Кабак І.С., Романчук М.Є. Характеристика мінералізації води р.Інгулець - м.Кривий Ріг. Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. VII Міжнародна наукова конференція молодих вчених. Харків. 28-29 листопада 2019 року. Он-лайн конференція

2. Романчук М.Є., Довгополий М.М., Кабак І.С. , Пісоцький Є.С. Аналіз змін мінерального складу води в басейні Середнього та Нижнього Дніпра (на прикладі річок Псел, Хорол та Інгулець). Водні біоресурси та аквакультура /Науковий журнал, Херсон: Видавничий дім «Гельветика» № 1(9). 2021 (у друку)

3. Кабак І.С., Романчук М.Є. Характеристика хімічного складу води річки Інгулець за формулою Курлова. Конференція Молодих вчених. (28.04.202). Одеса: ОДЕКУ. (у друку)

4. Кабак І.С., Романчук М.Є. Зміни у часі біогенних речовин в воді р.Інгулець-с.Садове. Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: VIII Міжнародна наукова конференція молодих вчених (Харків, 26 - 27 листопада 2020 року). Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020 Он-лайн конференція

5. Кабак І.С., Романчук М.Є. Вплив антропогенної діяльності на розподіл речовин токсичної дії в басейні річки Інгулець. The 3 rd International scientific and practical conference —Modern science: problems and innovations (June 1-3, 2020) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2020. P.258-264

6. Кабак І.С., Романчук М.Є.Оцінка якості води р.Інгулець за індексом забруднення (ІЗВ) та модифікованим індексом (ІЗВмод.). Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках європейської інтеграції”, 7 листопада 2019 року. Житомир: «Житомирська політехніка», 2019. С.109-110

7. Кабак І.С., Романчук М.Є. Розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) р.Інгулець – с.Садове. Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.. Державна гідрометеорологічна служба України. 2020. №1 (24) . С. 60-68

8. Романчук М.Є., Кабак І.С. Оцінка якості води за індексом забруднення (ІЗВ та ІЗВ мод.) в межах створу р.Інгулець-м. Кривий Ріг. Міжнародна наукова конференція молодих вчених «Регіональні проблеми охорони довкілля». ОДЕКУ. 1-3 червня 2020. С.67-69

9. Кабак І.С., Романчук М.Є. Оцінка якості води р.Інгулець за індексом забруднення (ІЗВ) та модифікованим індексом (ІЗВ мод.). VI Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих учених «Галузеві проблеми екологічної безпеки», присвячена 90-річчю Харківського національного автомобільно-дорожнього університету 23 жовтня 2020, Харків, ХНАДУ, 2020. С.80-83