

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: Оцінка якості вод річки Тетерів для різних видів
водокористування

Виконав студент 2 курсу групи МЕБ-20
спеціальності 101 – Екологія
Усачов Олександр Дмитрович

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

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

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 – Екологія
Освітньо-наукова програма Екологічна безпека
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

“ 14 ” березня 20 22 року

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

Усачова Олександра Дмитровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка якості вод річки Тетерів для різних видів водокористування

Керівник роботи Романчук Марина Євгенівна, к.г.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 02 ” березня 2022 р. № 27 ”С”

2. Строк подання студентом роботи 10 травня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Були використані дані спостережень за гідрохімічними показниками на стаціонарному гідрохімічному посту м.Житомир у системі Держгідрометслужби України

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

а) Загальна фізико-географічна характеристика басейну дослідження

б) Оцінка якості вод р.Тетерів–м.Житомир за індексом забруднення (ІЗВ) та модифікованим індексом (ІЗВмод)

в) Характеристика змін мінералізації та головних іонів по фазах водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

г) Характеристика змін біогенних елементів та органічних речовин

д) Характеристика кисневого режиму, завислих речовин

є) Аналіз розподілу речовин токсичної дії по фазах водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

ж) Рибогосподарське використання річки Тетерів

з) Оцінка якості вод р. Тетерів- м.Житомир, як об'єкту питного водопостачання (2005-2015рр.)

і) Характеристика мінералізації і хімічного складу поливної води р.Тетерів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
- а) Карта району дослідження з нанесеним пунктом спостереження.
- б) Об'єми скиду недостатньо очищених стічних вод (НДО) в р.Тетерів
- в) Графік змін класів якості води за ІЗВ та ІЗВмод. в межах пункту спостереження
- г) Зміна у часі мінералізації води р.Тетерів – м.Житомир, аніонів та катіонів за різні періоди водності
- д) Розподіл температури води за фазами водного режиму в межах створу
- є) Розподіл біогенних елементів та органічних речовин за фазами водного режиму в межах створу
- ж) Графіки зміни розчиненого кисню та завислих речовин за фазами водного режиму
- з) Графіки розподілу речовин токсичної дії по фазах водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир
- і) Графіки зміни у часі середньорічних концентрацій речовин, які перевищують рибогосподарські нормативи
- к) Графік зміни у часі інтегрального індексу за середніми значеннями, р.Тетерів – м.Житомир
- л) Графік зміни у часі інтегрального індексу за найгіршими значеннями, р.Тетерів – м.Житомир
- м) Графіки зміни мінералізації за періоди весняної повені та літньо-осінньої межени (визначення іригаційної якості вод за А.М.Костяковим)

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 14 березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи магістра	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Загальна фізико-географічна характеристика басейну дослідження (геологічна будова, гідрографічна та кліматична характеристика; екологічно-небезпечні об'єкти в межах басейну)</i>	14.03.22- 19.03.22	85	<i>добре</i>
2	<i>Оцінка якості вод р.Тетерів–м.Житомир за індексом забруднення (ІЗВ) та модифікованим індексом (ІЗВмод)</i>	20.03.22- 24.03.22	90	<i>відмінно</i>
3	<i>Характеристика змін деяких показників якості вод р.Тетерів–м.Житомир в залежності від фаз водного режиму (характеристика змін мінералізації та головних іонів; характеристика змін біогенних елементів та органічних речовин; характеристика змін кисневого режиму та завислих речовин в залежності від фаз водного режиму; аналіз розподілу речовин токсичної дії)</i>	25.03.22- 02.04.22	86	<i>добре</i>
4	<i>Рибогосподарське використання річки Тетерів</i>	03.04.22- 10.04.22	88	<i>добре</i>
	<i>Рубіжна атестація</i>	11.04.22- 16.04.22	87	4 (добре)
5	<i>Аналіз якості вод річки Тетерів, як джерела централізованого питного водопостачання</i>	17.04.22 26.04.22	90	<i>відмінно</i>
6	<i>Характеристика мінералізації і хімічного складу поливної води р.Тетерів</i>	27.04.22- 05.05.22	85	<i>добре</i>
7	<i>Узагальнення отриманих результатів. Складення висновків, переліку посилань та списку публікацій за темою кваліфікаційної роботи магістра.</i>	06.05.22- 09.05.22	85	<i>добре</i>
8	<i>Подання роботи керівникові на перевірку. Внесення корективів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності і відсутності ознак плагіату. Оформлення керівником протоколу та висновку. Підготовка презентаційного матеріалу і доповіді до захисту. Укладення авторського договору.</i>	10.05.22- 17.05.22	-	-
9	<i>Подання КРМ на перевірку завідувачу кафедри, в деканат природоохоронного факультету для отримання допуску до захисту. Рецензування роботи.</i>	18.05.22- 22.05.22	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		87,0	

(до десятих)

Студент

_____ (підпис)

Усачов О.Д..

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Романчук М.Є.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Усачов О.Д. Оцінка якості вод річки Тетерів для різних видів водокористування

Актуальність теми. Води р.Тетерів - це єдине джерело питного водопостачання м.Житомир. В межах басейну на її берегах розташовані такі населені пункти, як Житомир, Коростишів, Радомишль, Чуднів, Бердичів та ін, які використовують воду для зрошення полів та риболовлі. Тому, визначення якості вод р.Тетерів, аналіз її змін у часі та за фазами водного режиму, являється нагальною проблемою.

Метою роботи являється оцінка якості вод р.Тетерів для різних видів водокористування: рибогосподарського, питного, іригаційного та визначення особливостей її змін у часі.

Об'єктом дослідження являються води р.Тетерів в межах міста Житомир

Предметом дослідження являється визначення особливостей змін якості вод р.Тетерів для різних видів водокористування за період 2005 -2015 рр.

Методи дослідження – Основними являються статистичний, аналітичний, графічний. Для визначення якості вод річки, як об'єкту рибогосподарського водокористування застосовувався метод зіставлення показників якості вод з їх нормативними значеннями; для визначення якості вод для питного водоспоживання - методика ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги до якості води...»; для оцінки іригаційних властивостей вод – методики А.М.Костякова, Альокіна О.А., Ковди В. А., класифікація Бездніної С.Я. та ін.

Результати досліджень. Визначено, що в цілому, якість вод р.Тетерів – м.Житомир за період 2005-2015 роки не відповідає вітчизняним нормам рибогосподарського водокористування за вмістом забруднювальних речовин з токсикологічною, санітарно-токсикологічною та рибогосподарською ЛОШ. Основними забруднювальними речовинами є: манган, хром, цинк, залізо загальне та феноли. Для питного водокористування води річки за інтегральним індексом за середніми даними у 72,7% випадків характеризуються 2 класом якості (вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої). За найгіршими показниками до цього ж класу належить 63,6%. Щодо іригаційних властивостей вод, то майже по всіх критеріях вода р.Тетерів придатна для зрошення.

Наукова новизна – полягає в визначенні можливостей безпечного використання вод р.Тетерів для зрошення, питного водопостачання та, як об'єкту рибогосподарського призначення. Були використані різні методики. розглянуті та проаналізовані зміни якості вод р.Тетерів за дев'ятнадцятьма показниками за достатньо тривалий проміжок часу (2005-2015 рр.). Також були розглянуті можливі джерела забруднення в басейні р.Тетерів, які б могли вплинути на якість вод річки. Проаналізовані зміни основних параметрів якості за фазами водного режиму.

Теоретичне та практичне значення. Отримані результати роботи можуть бути використані у відповідних органах міської влади для прийняття рішень щодо покращення стану вод р.Тетерів.

Структура та обсяг роботи. Складається з переліку умовних позначень, вступу, 6 основних розділів, висновків, переліку посилань, додатків. Обсяг роботи складає 104 с., в т.ч. 48 рис., 21 табл., 33 літературних джерела та 9 власних (у співавторстві з науковим керівником) тез доповідей та статей.

Ключові слова: просторово-часові зміни, фази водного режиму, рибогосподарські нормативи, питне водоспоживання, іригаційні властивості вод

ANNOTATION

Usachov O.D. Assessment of Water Quality in the Teteriv River for Various Types of Water Use

Actuality of theme. The waters of the Teteriv River are the only source of drinking water supply in Zhytomyr. Within the basin on its shores are settlements such as Zhytomyr, Korostyshiv, Radomyshl, Chudniv, Berdychiv, etc., which use water for irrigation and fishing. Therefore, determining the water quality of the Teteriv River, analyzing its changes in time and phases of the water regime, is an urgent problem.

The aim of the work is to assess the water quality of the Teteriv River for different types of water use: fishery, drinking, irrigation and to determine the features of its changes over time.

The object of research is the waters of the Teteriv River within the city of Zhytomyr

The subject of the study is to determine the characteristics of changes in water quality of the Teteriv River for different types of water use for the period 2005-2015.

Research methods - To determine the quality of river water as an object of fishery water use, the method of comparing water quality indicators with their normative values was used; to determine the quality of water for drinking water consumption - the method of DSTU 4808: 2007 "Sources of centralized drinking water supply. Hygienic and environmental requirements for water quality..."; for estimation of irrigation properties of waters - methods of AM Kostyakov, Alokina OA, classification of Bezdina S.Ya. etc.

Research results. It is determined that in general, the water quality of the river Teteriv - Zhytomyr for the period 2005-2015 does not meet domestic standards of fishery water use in terms of pollutants with toxicological, sanitary-toxicological and fishery limiting sign of harm. The main pollutants are: manganese, chromium, zinc, total iron and phenols. According to average data for 72.7% of cases, rivers for drinking water use are characterized by quality class 2 (water that transitions in quality from "excellent", very clean to "good", clean). According to the worst indicators, 63.6% belong to the same class. Regarding the irrigation properties of water, according to almost all criteria, the water of the Teteriv River is suitable for irrigation.

Scientific novelty - is to identify opportunities for safe use of the waters of the Teteriv River for irrigation, drinking water supply and as an object of fishery use. Various techniques were used. considered and analyzed changes in the water quality of the Teteriv River according to nineteen indicators over a sufficiently long period of time (2005-2015). Possible sources of pollution in the basin of the Teteriv River, which could affect the river water quality, were also considered. *Theoretical and practical significance.* The obtained results can be used in the relevant city authorities to make decisions on improving the water condition of the Teteriv River.

Structure and scope of work. It consists of a list of symbols, introduction, 6 main sections, conclusions, list of references, appendices. The volume of work is 104 pages, including 48 figures, 21 tables, 33 literature sources and 9 own (co-authored with the supervisor) abstracts and articles.

Key words: spatio-temporal changes, phases of water regime, fishery standards, drinking water consumption, irrigation properties of waters

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	10
1 ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	12
1.1 Геологічна будова.....	12
1.2 Гідрографічна характеристика басейну річки Тетерів.....	12
1.3 Кліматична характеристика.....	14
1.4 Екологічно небезпечні об'єкти, що впливають на якість вод р.Тетерів.....	15
2 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД Р.ТЕТЕРІВ–М.ЖИТОМИР ЗА ІНДЕКСОМ ЗАБРУДНЕННЯ (ІЗВ) ТА МОДИФІКОВАНИМ ІНДЕКСОМ (ІЗВ мод).....	17
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІН ДЕЯКИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОД Р.ТЕТЕРІВ–М.ЖИТОМИР В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ФАЗ ВОДНОГО РЕЖИМУ.....	20
3.1 Характеристика змін мінералізації та головних іонів по фазах водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир.....	20
3.2 Характеристика біогенних елементів та органічних речовин	32
3.3 Характеристика кисневого режиму, завислих речовин.....	39
3.4 Аналіз розподілу речовин токсичної дії по фазах водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир.....	40
4 РИБОГОСПОДАРСЬКЕ ВИКОРИСТАННЯ РІЧКИ ТЕТЕРІВ.....	48
4.1 Методика оцінки якості води, як об'єкту рибогосподарського водокористування.....	51
4.2 Оцінка якості вод р.Тетерів – м.Житомир як об'єкту рибогосподарського водокористування.....	52

5	АНАЛІЗ ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ ТЕТЕРІВ, ЯК ДЖЕРЕЛА ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	60
	5.1 Загальна характеристика джерела питного водопостачання м.Житомир.....	60
	5.2 Загальні положення по визначенню класу якості вод р.Тетерів – м.Житомир за 2005-2015 рр.. (згідно з ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги до якості води і правила вибору»)	62
	5.3 Оцінка якості вод р. Тетерів- м.Житомир, як об'єкту питного водопостачання (2005-2015рр.).....	67
	5.4 Технологічні вимоги до методів обробляння води залежно від класу її якості.....	75
	5.5 Відповідність якості води р.Тетерів – м.Житомир показникам фізіологічної повноцінності мінерального складу вод..	77
6	ХАРАКТЕРИСТИКА МІНЕРАЛІЗАЦІЇ І ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПОЛИВНОЇ ВОДИ Р.ТЕТЕРІВ.....	80
	ВИСНОВКИ.....	96
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	99
	ДОДАТКИ.....	102

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІЗВ – індекс забруднення води

ІЗВмод. – індекс забруднення води модифікований

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

мм - міліметри

КП – комунальне підприємство

ПАТ– приватне акціонерне підприємство

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

НДО - недостатньо очищені стічні води

БСК₅ – біохімічне споживання кисню за 5 діб НО - нормативно очищені стічні води

NH_4^+ - азот амонійний

БО – біхроматна окислюваність

ЧКУ – Червона книга України

ГЕС – гідроелектростанція

ЛОШ - лімітуюча ознака шкідливості

pH – водневий показник

Сі – концентрація і-ої речовини

ДсанПіН – Державні санітарні правила і норми

ДСТУ – Державний стандарт України

$I_{\text{інтерг}}$ – інтегральний індекс

M_o - солоність

SAR - коефіцієнт осолонцювання

СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини

ВСТУП

Річка Тетерів - права притока басейну Середнього Дніпра, бере початок неподалік від межі Житомирської і Вінницької областей, на південь від села Носівка. На висоті 299 м впадає в Київське водосховище. Загальна довжина - 365 км, в межах Житомирської області – 247 км. Площа водозбору – 15100 км², в межах області-10981 км.

Річка тече в межах Чуднівського, Романівського, Житомирського, Коростишівського і Радомишльського районів Житомирської області та Іванівського і Бородянського районів Київської області.

У деяких місцях Тетерів має характер гірської річки, адже верхів'я Тетерева розташовані в межах Подільської височини.

Основними видами водокористування являються: гідроенергетика, водний туризм, рекреація, засоби питної і поливної води, заготівля сіна, пасіння худоби та домашньої птиці. Риболовля не має промислового значення, в основному, це любительський вилов риби [1].

Визначення якості вод р.Тетерів для різних видів водокористування являється актуальною проблемою. В магістерській роботі приводиться розрахунок оцінки якості вод р.Тетерів, як об'єкту рибогосподарського використання, як об'єкту питного водопостачання м.Житомир та для іригаційних цілей.

Геологічна будова, гідрографічні особливості басейну річки, кліматичні умови являються природними чинниками формування якості природних вод. До антропогенних чинників, що впливають на хімічний стан вод, належать промислові підприємства, сільськогосподарські угіддя, комунальні підприємства та ін. Загальна фізико-географічна характеристика басейну р.Тетерів наведена в розділі 1.

Для комплексної оцінки якості води р.Тетерів – м.Житомир був застосований індекс забруднення води (ІЗВ), а для більш повної

характеристики - модифікований індекс забруднення води (*ІЗВ_{мод.}*) (розділ 2).

Для оцінки якості вод важливо враховувати не тільки зміни середньорічних значень показників якості за період дослідження, а їх коливання в залежності від фаз водного режиму. В роботі розглядалися три фази водного режиму: зимова межень, весняна повінь та літньо-осіння межень (розділ 3).

Гідрохімічний та гідрофізичний стан якості води суттєво впливає на різноманітність, чисельність, розмноження водних біонтів в річці Тетерів. Саме тому необхідно було проаналізувати зміни якості вод за компонентами, які можуть змінювати умови існування гідробіонтів та негативно впливати на їх життєдіяльність.

Нами була проведена оцінка якості вод р.Тетерів - м.Житомир, як об'єкту рибогосподарського використання, з урахуванням рибогосподарських *ГДК* і ефекту сумарної дії речовин (розділ 4).

Оцінка якості вод р.Тетерів, як об'єкту питного водопостачання м.Житомир, проводилась за методикою ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги до якості води і правила вибору» (розділ 5).

В межах басейну немає іригаційних систем, але оскільки Житомирська область являється одним з найважливіших сільськогосподарських районів країни, визначення якості води для поливу приватних і фермерських угідь, являється важливою задачею (розділ 6).

Аналіз якості вод для різних видів водокористування проводився в межах створу спостереження р.Тетерів - м.Житомир за період 2005-2015 рр. Були використані дані спостережень за гідрохімічними показниками на стаціонарному гідрохімічному посту м.Житомир у системі Держгідрометслужби України.

1 ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Геологічна будова

Геологічна будова берегів Тетерева досить різноманітна. Вже на початку свого витoku (20 км), починаються гранітні утворення, прикриті пісками і льосом. Скелі різних змінюваних кристалічних порід супроводжуються з обох боків, і в деяких місцях сягають значної висоти (Житомир), утворюючи мальовничі ущелини зі стрімкими стінами, — до міста Радомишль і трохи нижче. Місцями трапляються в досить значній кількості звичайний граніт (гирло Кам'янки), а біля села Козіївка серед гранітів розташоване єдине в краї родовище кристалічного вапняка (справжній мрамур), скелі якого утворюють дно та правий берег річки. У районі Радомишля береги містять корисні копалини у вигляді залізної руди. У стародавні часи в Радомишлі виникла рудня для переплавляння руди. Місцевість ця і до сьогодні носить офіційну назву «Рудня». [2]

1.2 Гідрографічна характеристика басейну річки Тетерів

Річка Тетерів, права притока Дніпра. Вона відноситься до середньої за розміром річки. Бере початок на відрогах Волино-Подільської височини, приблизно за 4 км на південний захід від с.Носівка Чуднівського району Житомирської області. Загальна довжина - 365 км, в межах області – 247 км. Площа водозбору – 15100 км², в межах області-10981 км². Протікає в Житомирській та Київській областях.

Ліси займають 15 відсотків, а болота – 4,4 відсотки басейну. Перетенаючи Український кристалічний щит, р.Тетерів має добре зрізані, здебільшого скелясті береги з виходами на денну поверхню гнейсів та гранітів.

У межах області річка Тетерів приймає багато приток, з яких найголовніші: Гнилоп'ять (на її березі знаходиться м.Бердичів) та Гуйва, що протікає через м.Андрушівка. Найбільшою лівою притокою є р.Ірша.

Міста та села побудовані вздовж Тетерева: Житомир, Коростишів, Радомишль, Чуднів, Іванків та Левків.

На р.Тетерів в межах Житомирської області збудовані водосховища: Чуднівське, Денишівське, Відсічне, Житомирське, Білокриницьке, а на її притоках: Андрушівське, Ліщинське, Млинищанське, Старосільське, Бердичівське, Скрагліївське, Бистрикське, Швайківське, Слободищанське, Рудне-Городищенське, Райківське, Дворищанське, Іршанське, Малинське, Вознянське, Лумлянське, Карабачинське та Червонське водосховища. [3]

Річка Тетерів являється джерелом питного водопостачання міста Житомира [4], слугує об'єктом рекреаційного використання, любительського лову риби та інш.

На рис.1.1 наведена схема розташування пункту спостереження м.Житомир.



Рисунок 1.1 – Схема розташування пункту спостереження р.Тетерів-м.Житомир

1.3 Кліматична характеристика

Клімат Житомирської області помірно континентальний, з теплим вологим літом та м'якою зимою. Формування клімату області відбувається під впливом атлантичних повітряних потоків, що супроводжується інтенсивною циклічною діяльністю. В холодний період (грудень-березень) нараховується до 30-35 циклонів, а в теплий (квітень-жовтень) близько 12-15. Середня температура січня -10 С, а в липні — близько +20 С. Річна кількість опадів на півночі -600 мм, а на півдні - 550-570 мм. Протягом теплого періоду (квітень-жовтень) випадає 400 мм. опадів, а в холодний (листопад-березень) - 140-200 мм. Вегетаційний період в середньому становить 240 днів. Немалої шкоди завдає господарству області таке метеорологічне явище як град (до шести днів за рік), сильні проливні дощі. За несприятливі кліматичні явища спостерігаються бездошові періоди – до 60 днів, можливі посухи і суховії, сильні дощі (1-2 дні, рідше 4-6 днів). Значної шкоди завдають пізні весняні та ранні осінні заморозки. Взимку можливі низькі температури протягом 25 днів, ожеледь до 15 днів і більше. Характерною особливістю зими є часте входження теплого повітря, що супроводжується відлигою і призводить до повної втрати снігового покриву. В останнє десятиріччя простежується стійка тенденція клімату до потепління [5].

Клімат Київщини помірно-континентальний, м'який, з достатнім зволоженням. Середня річна температура, за даними багаторічних спостережень, становить +7,2°С. Пересічна температура найтеплішого місяця (липня) +19,5°С а найхолоднішого (січня) —6°С. Опадів випадає в середньому 500—600 мм за рік; найбільша їх кількість припадає на червень—липень. Осінь часто буває тепла й суха. Для літа характерна велика кількість сонячних днів і тривалий вегетаційний період. У цілому кліматичні умови сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур помірної зони, розвитку садівництва, городництва й виноградарства [6].

1.4 Екологічно небезпечні об'єкти, що впливають на якість вод р.Тетерів

На водні ресурси, в межах Житомирської області, найбільш негативно впливають: комунально-побутові підприємства; відсутність водовідведення в малих населених пунктах, селах; сільськогосподарські угіддя. В табл. 1.1 наведені дані по основних екологічно небезпечних об'єктах та обсяги скиду даними підприємствами недостатньо очищених або неочищених стічних вод, що потрапляють в р.Тетерів.

На рис.1.2 наведені обсяги скиду недостатньо очищених стічних вод в р.Тетерів найбільшими підприємствами Житомирської області.

Видно, що найбільші обсяги приходяться на комунальне підприємство «Водоканал» м.Коростишів. В м.Бердичів та м.Житомир підприємствами ТОВ «Бердичівськийхлібозавод» та КП «Житомирводоканал» у водний об'єкт скидаються стічні води взагалі без очистки у кількості 0,007 млн. м³ та 0,0015 млн. м³ відповідно.

Таблиця 1.1- Перелік екологічно небезпечних об'єктів

№ з/п	Назва об'єкту	Вид економічної діяльності	Відомча належність (форма власності)
1	2	3	4
Житомирська область [7]			
1	Коростишівське МКП "Водоканал", м. Коростишів	36.00Забір, очищення та постачання води	Обсяг скиду НДО стічних вод 0,447 млн. м ³
2	ДП «Коростишівський спиртовийкомбінат» дільниця №2 м.Андрушівка	20.14-Виробництво інших основних органічних хімічних речовин	Обсяг скиду НДО стічни хвод 0,192 млн. м ³
3	ТОВ «КЕС» м. Бердичів	37.00-Каналізація, відведення і очищення стічних вод	Обсягскиду НДО с тічних вод 0,173 млн. м ³

№ з/п	Назва об'єкту	Вид економічної діяльності	Відомча належність (форма власності)
1	2	3	4
4	ПАТ «Пиво-безалкогольний комбінат «Радомишль»	11.05-Виробництво пива	Обсяг скиду НДО стічних вод 0,0097 млн. м ³
5	ТОВ «Бердичівський хлібозаво», м. Бердичів (на р.Гнилоп'ять)	10.71-Виробництво хліба, хлібобулочних та макаронних виробів	Обсяг скиду стічних вод БО- 0,007 млн. м ³
6	Макарівська КЕЧ району (В\Ч А 3258) м.Радомишль	84.22- Діяльність у сфері оборони	Обсяг скиду НДО стічних вод 0,004 млн. м ³
7	КП «Житомирводоканал» Житомирської міської ради	36.00Забір, очищення та постачання води	Обсяг скиду стічних вод БО- 0,0015 млн.м ³

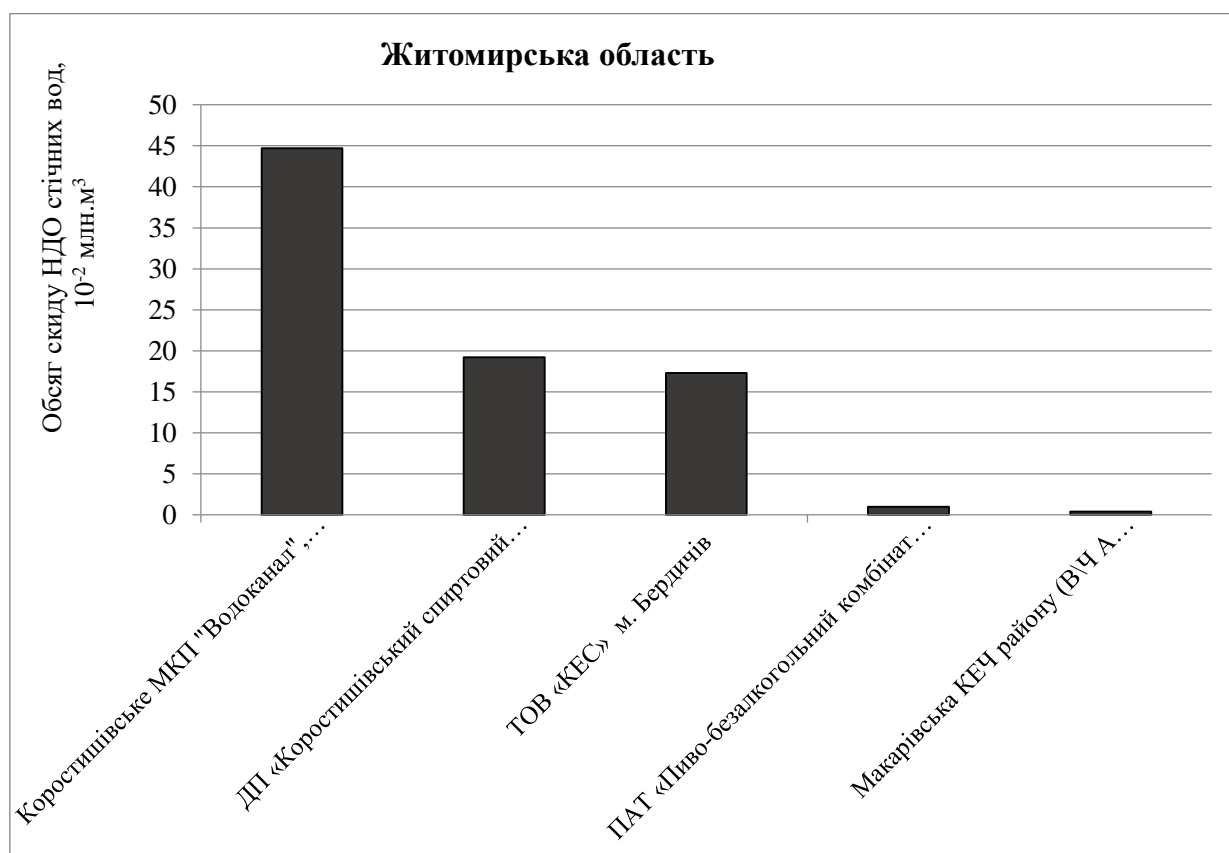


Рисунок 1.2 – Об'єми скиду НДО вод в р.Тетерів (Житомирська область)

2 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД Р.ТЕТЕРІВ–М.ЖИТОМИР ЗА ІНДЕКСОМ ЗАБРУДНЕННЯ (ІЗВ) ТА МОДИФІКОВАНИМ ІНДЕКСОМ (ІЗВ мод)

В даному розділу роботи використані тези, які написані у співавторстві з науковим керівником Романчук М.Є. ([1-3] Додатку А).

Для комплексної оцінки якості води р.Тетерів – м.Житомир був застосований індекс забруднення води (ІЗВ), який представляє собою суму відношень компонентів хімічного складу води до їх гранично-допустимої концентрації (ГДК), поділеної на кількість інгредієнтів [8]. Для розрахунку були обрані шість параметрів: обов'язковими являються розчинений кисень та біохімічне споживання кисню за 5 діб ($БСК_5$), а додатковими - азот нітритний, азот амонійний, феноли, залізо загальне.

Для більш повної характеристики якості води в межах м.Житомир, був застосований модифікований індекс забруднення води (ІЗВмод.), в якому, окрім постійних показників (розчинений кисень та $БСК_5$) використані ті, що мають найбільше відхилення від ГДК. Додатковими компонентами були обрані: цинк, манган, хром, мідь.

На рис. 2.1 представлений графік зміни класів якості води за ІЗВ та ІЗВмод.

Індекс забруднення води змінювався за період спостереження від 0,6 (2007 р.) до 1,45 (2006 р.). За методикою розрахунку ІЗВ [8] вода в створі р.Тетерів – м.Житомир, починаючи з 2007 по 2015 рр. відноситься до II класу якості ($0,3 < ІЗВ \leq 1,0$) і характеризується як «чиста». У 2005 та 2006 роках вода в межах міста належала до III класу якості і оцінювалась як «помірно забруднена».

Зовсім інша картина спостерігається при розрахунках модифікованого індексу забруднення. «Помірно забрудненою» вода в створі була тільки в 2007, 2012 та 2015 роках, коли ІЗВмод. дорівнювало 1.98, 1.96 та 2.45 відповідно. З 2008 по 2010 рр. та 2013-2014 рр. вода р.Тетерів відносилась до IV класу якості ($2,5 < ІЗВ \leq 4,0$), тобто була «забруднена». Показники

змінювались від 2,67 (2011 р.) до 2,98 (2009 р.). В 2005 та 2006 роках вода в пункті спостереження р.Тетерів – м.Житомир належала до V класу якості ($4,0 < I3B \leq 6,0$) і характеризувалась як «брудна».

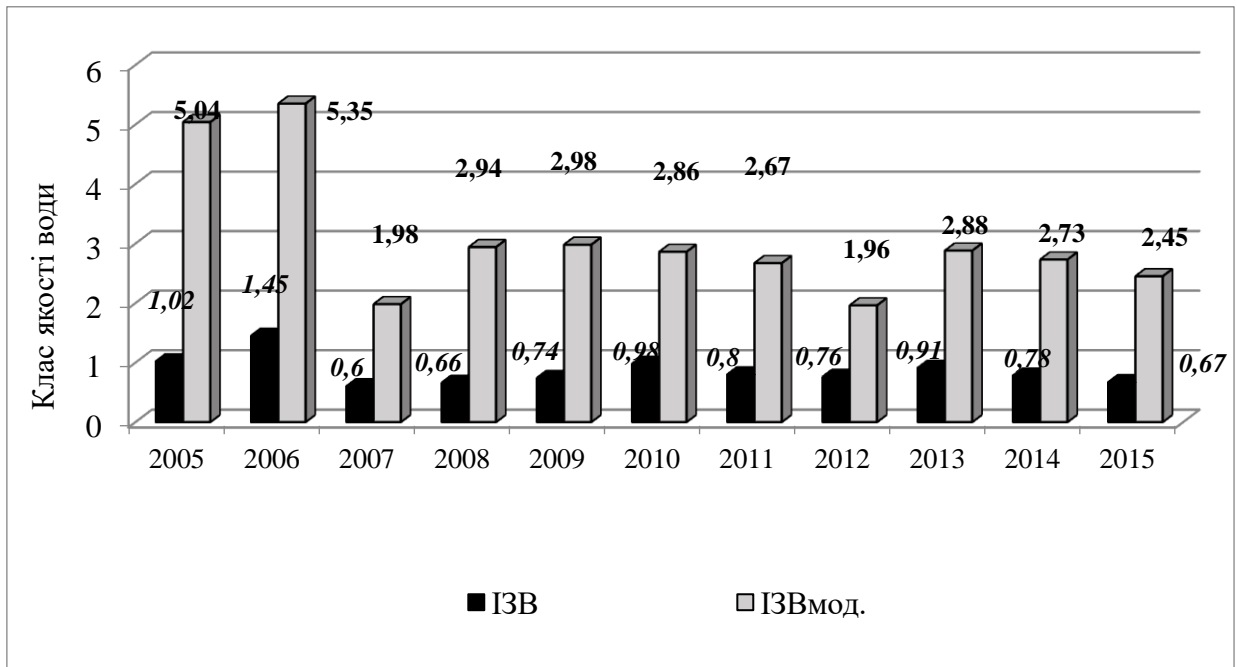


Рисунок 2.1 – Зміна класів якості води за *I3B* та *I3Bмод.* в межах пункту спостереження р.Тетерів – м.Житомир

Концентрації розчиненого кисню та $БСК_5$ на протязі 2005-2015 років завжди були в межах *ГДК* для об'єктів рибогосподарського використання.

Вміст азоту амонійного, за виключенням 2005 2007 та 2015 рр., був у 1,02- 1,82 рази вищим за *ГДКрг.*; у 2008 р. він дорівнював нормативу. Перевищення гранично-допустимої концентрації за вмістом азоту нітритного було лише у 2006, 2010 та 2013 рр. в 1,4; 1,6; 1,05 рази відповідно.

Концентрації заліза загального змінювались в межах 0,04 (2009 р.) - 0,39 мг/дм³ (2006 р.), при *ГДКрг.* = 0,1 мг/дм³. Перевищень нормативу не спостерігалось з 2007 по 2011 рр. та у 2015 р.

Найбільш негативний вклад на формування якості води р.Тетерів справляли концентрації хрому та мангану. На протязі всього періоду

спостереження їх значення були вищими за *ГДК_{рг}*. у 5 (2012 р.) – 10,6 (2009р.) та 1,7 (2007 р.) – 8,8 (2005 р.) разів відповідно.

Концентрації цинку були меншими за норматив (*ГДК_{рг}*=10 мкг/дм³) тільки в 2015 р. Показники коливались від 9,5 мкг/дм³ (2015 р.) до 45,14мкг/дм³ (2005 р.). Значним був і вміст міді в воді Тетерева; концентрації перевищували *ГДК_{рг}*. в 1,26 (2009 р.) – 13,1 (2006 р.) рази.

Можна зазначити, що речовини токсичної дії убували у часі, що вплинуло на зменшення *ІЗВ_{мод}*.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІН ДЕЯКИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОД Р.ТЕТЕРІВ–М.ЖИТОМИР В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ФАЗ ВОДНОГО РЕЖИМУ

3.1 Характеристика змін мінералізації та головних іонів по фазах водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

При написанні розділу використані матеріали, що опубліковані у тезах та статтях, наданих у [4-7] Додатку А.

Для оцінки якості води р.Тетерів – м.Житомир важливо знати не тільки зміни середньорічних значень показників якості за період дослідження, а їх коливання в залежності від фаз водного режиму. В даному розділі розглядається якість води за мінералізацією та головними іонами, вмістом біогенних речовин та органічних сполук, концентрацією розчиненого кисню, завислих речовин та речовинами токсичної дії (цинк, мідь, шестивалентний хром, марганець та нафтопродукти) за період 2005-2015 рр.

Згідно з [9], «для співставлення результатів та з огляду на вихідні дані (щомісячні), літньо-осіння та зимова межені прийняті за календарними датами – відповідно з червня по листопад і з грудня по лютий місяці». Весняна повинь відповідає строкам березень – травень.

В табл. 3.1-3.3 наведені вихідні дані концентрацій мінералізації та головних іонів за три періоди водності.

З табл. 3.1 видно, що під час зимової межені мінералізація змінювалась в межах $336,4 \text{ мг/дм}^3$ (2012 р.) – $516,3 \text{ мг/дм}^3$ (2010 р.), середнє за період дослідження - $421,3 \text{ мг/дм}^3$.

За класифікацією якості природних вод суші за критерієм мінералізації [8, 10] вода р.Тетерів в м.Житомир на протязі зимового періоду відносилась до прісних гіпогалинних вод, за виключенням 2010 року, коли середньорічна концентрація збільшилась і вода характеризувалась, як прісна олігогалинна.

В табл. 3.2 представлені дані по мінералізації (сумі іонів) та головних іонах під час весняної повені. Можна бачити, що середньорічні значення

коливались від 247,5 мг/дм³ (2005 р.) до 493,5 мг/дм³ (2011 р.) і у 100% випадків належали до прісних гіпогалинних вод за критерієм мінералізації. Середнє за 2005-2015 рр. склало 389,9 мг/дм³.

Таблиця 3.1 - Вихідна інформація по мінералізації та головних іонах (зимова межень - грудень, січень, лютий)

Роки	Хлориди, мг/дм ³	Сульфати, мг/дм ³	Гідрокарбонати, мг/дм ³	Натрій, мг/дм ³	Калій, мг/дм ³	Кальцій, мг/дм ³	Магній, мг/дм ³	Сума іонів, мг/дм ³
2006	36,1	35,75	213,5	26,8	5,5	50,1	18,5	386,2
2007	29,3	38,05	229	22	5,5	54,5	22,2	400,5
2008	40,9	44,8	238,5	26,8	6,5	64,5	21,9	443,9
2009	46,4	50,4	270	24	5,5	67,3	24,3	487,9
2010	48,1	44,3	289	30	7	67,3	30,6	516,3
2011	43,6	34,4	243,5	23,3	5,5	72,2	15,4	437,8
2012	31,4	25,2	182	36,5	8	32,9	20,4	336,4
2013	36,2	10,6	238,5	16	5,5	53,7	17,8	378,2
2014	27	28,7	275	15	4	81	13,1	443,8
2015	24	16,95	240,5	15,5	3,75	66,9	14,4	382
середнє	36,3	36,9	242,0	23,6	5,7	61,0	19,8	421,3

Таблиця 3.2 - Вихідна інформація по мінералізації та головних іонах (весняна повінь - березень-травень)

Роки	Хлориди, мг/дм ³	Сульфати, мг/дм ³	Гідрокарбонати, мг/дм ³	Натрій, мг/дм ³	Калій, мг/дм ³	Кальцій, мг/дм ³	Магній, мг/дм ³	Сума іонів, мг/дм ³
2005	14,5	24,5	136	15,8	4	40,1	12,7	247,5
2006	22,8	32,9	254	19,3	4,75	52,5	23,4	409,5
2007	30,1	40,5	285,5	29	5,25	79	15,8	485,2
2008	29,0	40,9	289	17	4	73,7	21,4	475,0
2009	26,9	53,1	199	17	3,5	67,4	7,3	374,1
2010	24,8	36,6	196	13,8	3,5	54,9	15,6	345,1
2011	37,6	27,2	307,5	19,3	4,25	72,2	25,6	493,5
2012	30,8	23,5	245,5	15,3	4	60,9	16,6	396,5
2013	20,5	9,1	215,5	13,5	4	48,1	17,1	327,8
2014	18,3	10,4	199	11	3	57,7	8,3	307,7
2015	36,7	6,1	279	18	3,5	65,7	18,5	427,5
середнє	26,5	27,7	236,9	17,2	3,98	61,1	16,6	389,9

Під час літньо-осінньої межени значення мінералізації мали невеликий діапазон коливань: 312,5 мг/дм³ (2014 р.) – 391,8 мг/дм³ (2011 р.) і за критерієм мінералізації води оцінювались як прісні гіпогалінні. Середнє значення за період дослідження дорівнювало 348,9 мг/дм³ (табл.3.3).

Таблиця 3.3 – Вихідна інформація по мінералізації та головних іонах (літньо-осіння межень - червень-листопад)

Роки	Хлориди, мг/дм ³	Сульфати, мг/дм ³	Гідрокарбонати, мг/дм ³	Натрій, мг/дм ³	Калій, мг/дм ³	Кальцій, мг/дм ³	Магній, мг/дм ³	Сума іонів, мг/дм ³
2005	20,2	38,5	174,33	16,33	3,5	51,57	11,2	315,6
2006	24,93	34,6	217,33	21,33	4,67	56,37	14,3	373,5
2007	25,67	41,13	213	15,17	4	54,23	15,9	369,1
2008	27,52	32,12	217,6	25,1	5,8	58,02	15,68	381,8
2009	35,45	42,38	173,25	21,13	5,63	50,9	13,88	342,6
2010	28,23	24,47	197	17,17	4,67	51,83	14,77	338,1
2011	36,9	21,325	231	26,75	5,63	54,3	15,93	391,8
2012	25,9	14,87	223,7	20,8	5,33	48,9	20,3	359,8
2013	23,43	21,1	203,8	15,63	4,88	47,5	17,03	333,3
2014	19,25	10,23	205,3	9,75	3,25	53,3	11,43	312,5
2015	25,1	17,27	196,7	15,83	3,42	45,7	15,53	319,5
середнє	26,6	27,1	204,8	18,6	4,6	52,1	15,1	348,9

Зміна концентрацій мінералізації по сезонах року представлена на рис. 3.1. Видно, що з 2008 по 2010 рік, з 2013 по 2014 рік найбільші середньорічні значення мінералізації спостерігались під час зимової межени; у 2006-2007рр., 2011-2012 рр. та у 2015 році - під час весняної повені; найменші показники були на протязі всього періоду під час літньо-осінньої межени.

Зміни у часі аніонів (гідрокарбонати, хлориди, сульфати) та катіонів (кальцій, магній, натрій, калій) за різні періоди водності представлені відповідно на рис.3.2-3.4 та рис.3.5-3.7.

Аніони. Гідрокарбонатні іони змінювались на протязі зимової межени від 182мг/дм³ (2012 р.) до 289 мг/дм³ (2010 р.) (табл.3.1, рис. 3.2). За період дослідження спостерігалось два піки у 2010 та 2014 рр. – 289 мг/дм³ та 275мг/дм³ відповідно.; середнє значення за цей час склало 242,0 мг/дм³.

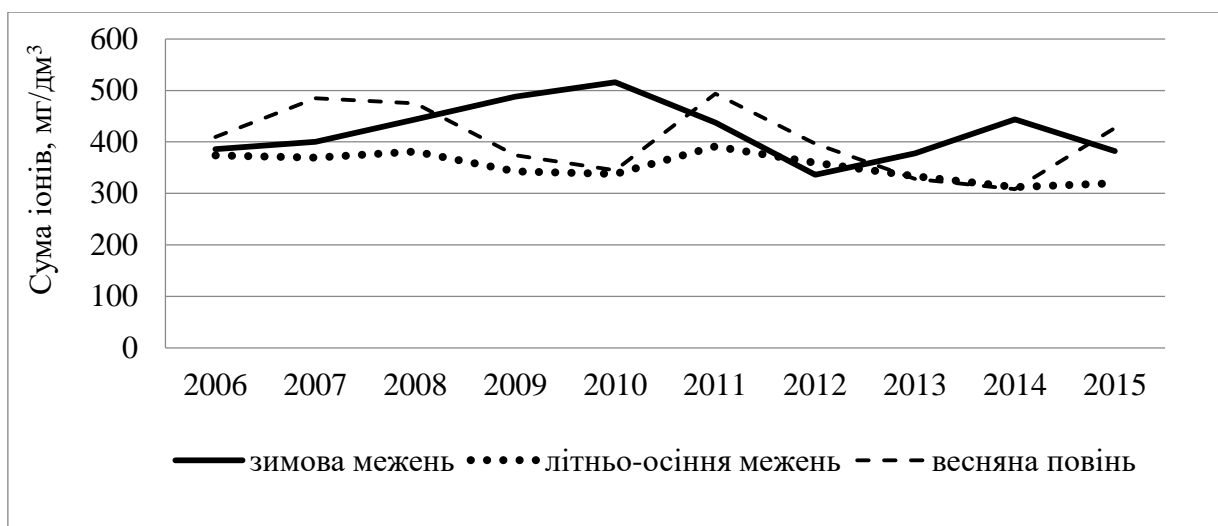


Рисунок 3.1 – Зміна у часі мінералізації води р.Тетерів – м.Житомир за різні періоди водності

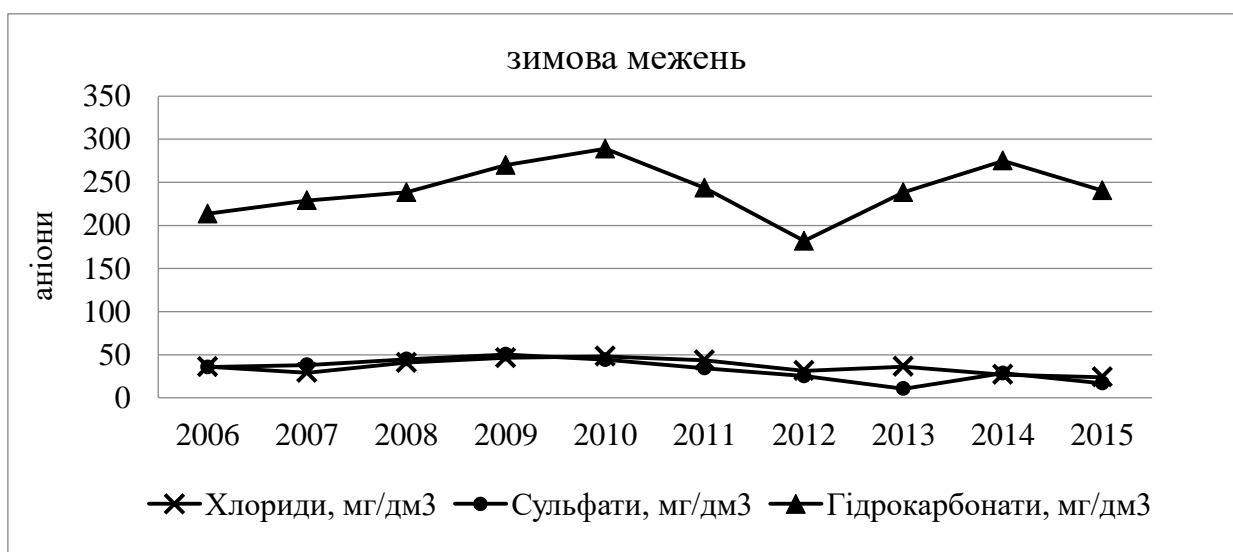


Рисунок 3.2 - Зміна у часі аніонів в воді р.Тетерів – м.Житомир за період зимової межні

Зміни у часі концентрацій хлоридів та сульфатів майже співпадають, за виключенням 2013 р., коли значення сульфатів було мінімальним (10,6мг/дм³), а вміст хлоридів у цей час трохи зріс. Концентрації хлоридів у період зимової межні коливались від 24 мг/дм³ (2015 р.) до 48,1 мг/дм³

(2010р), а сульфатів – від 10,6 мг/дм³ (2013 р.) до 50,4 мг/дм³ (2009 р.). Середньо багаторічне за період склало 36,3 мг/дм³ та 36,9 мг/дм³ для хлоридів та сульфатів відповідно (табл.3.1, рис.3.2).

Під час весняної повені також концентрації гідрокарбонатів були найвищими серед аніонів і змінювались в межах 136 мг/дм³ (2005) - 307,5мг/дм³ (2011р.). Середнє за період дослідження – 236,9 мг/дм³ (табл.3.2, рис.3.3).

З 2005 по 2010 рр. концентрації сульфатів трохи перевищували значення хлоридів. Починаючи з 2011 р. і до 2015 р., навпаки, концентрації хлоридів були вищими за сульфатні іони. Вміст хлоридів коливався від 14,5мг/дм³ (2005 р.) до 37,6 мг/дм³ (2011 р.), а сульфатів – від 6,1 мг/дм³ (2015р.) до 53,1мг/дм³ (2009 р.).

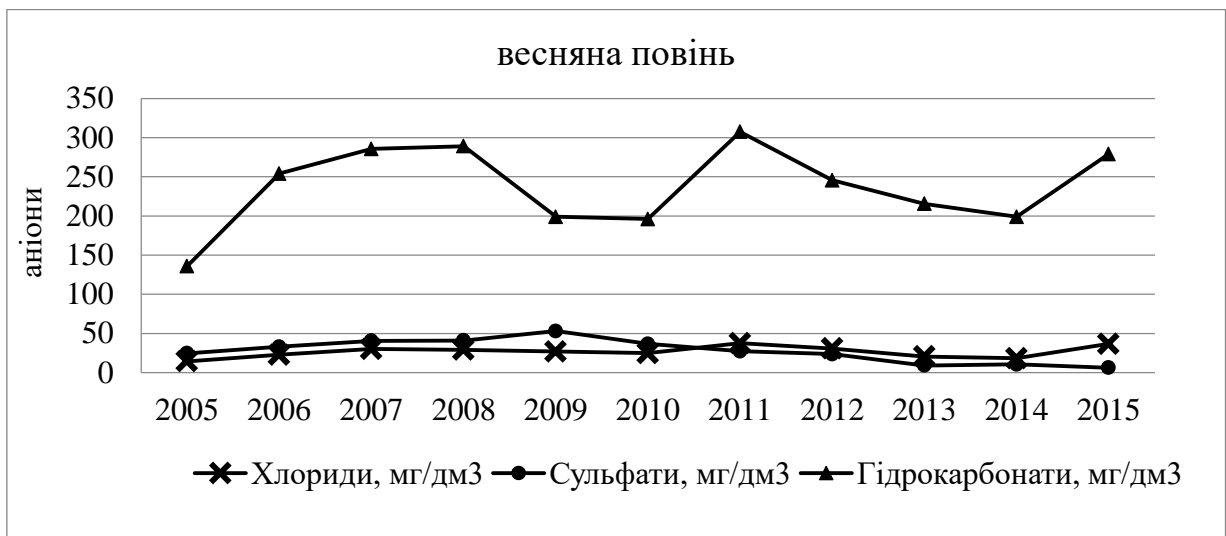


Рисунок 3.3 - Зміна у часі аніонів в воді р.Тетерів – м.Житомир за період весняної

Динаміка концентрацій аніонів під час літньо-осінньої межени представлена на рис. 3.4. І якщо, значення хлоридів і сульфатів та їх зміни у часі суттєво не відрізняються від концентрацій під час весняної повені, то вміст гідрокарбонатів був найменшим за період дослідження. Концентрації

гідрокарбонатів були в межах $173,3 \text{ мг/дм}^3$ (2009 р.) – 231 мг/дм^3 (2011); середньо багаторічне склало $204,8 \text{ мг/дм}^3$.

Найменший вміст як хлоридів, так і сульфатів за період 2005-2015 рр. спостерігався в 2014 році ($19,3 \text{ мг/дм}^3$ та $10,2 \text{ мг/дм}^3$ відповідно). Найбільше значення хлоридів було в 2011р. ($36,9 \text{ мг/дм}^3$), а сульфатів у 2009 р. ($42,4 \text{ мг/дм}^3$). Середня концентрація за період дослідження в межах створу р.Тетерів – м.Житомир відповідно склала: $26,5 \text{ мг/дм}^3$ та $27,7 \text{ мг/дм}^3$ для хлоридів та сульфатів.

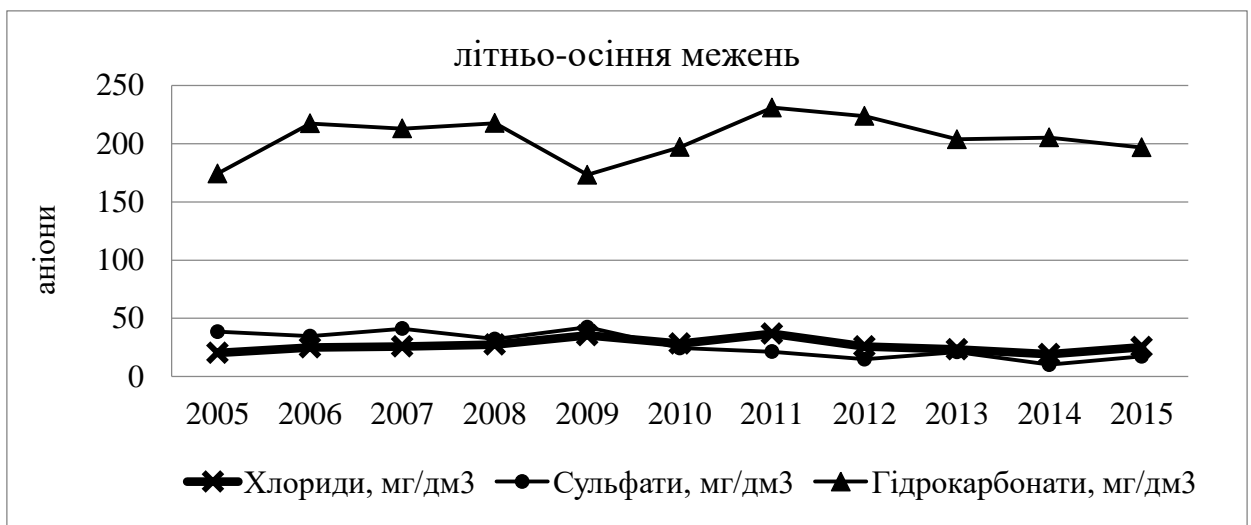


Рисунок 3.4 - Зміна у часі аніонів в воді р.Тетерів – м.Житомир за період літньо-осінньої межені

Динаміка катіонів у часі за період зимової межені представлена на рис.3.5.

Концентрації найбільшого за вмістом катіону – кальцію, зростали з 2005 по 2011 рр. У 2012 році був різкий спад до найменшого значення ($32,9 \text{ мг/дм}^3$). Потім спостерігався зріст до найбільшої за період дослідження середньорічної концентрації в 2014 р. – $81,0 \text{ мг/дм}^3$. Середнє значення концентрації кальцію за 2005-2015 рр. склало $61,0 \text{ мг/дм}^3$ (табл.3.1).

Другий за величиною катіон – натрій, навпаки, у 2012 році мав найбільше значення - 36,5 мг/дм³. Після цього його концентрації почали зменшуватися і в 2014-2015 рр. набули найменших показників (15 мг/дм³ та 15,5 мг/дм³ відповідно).

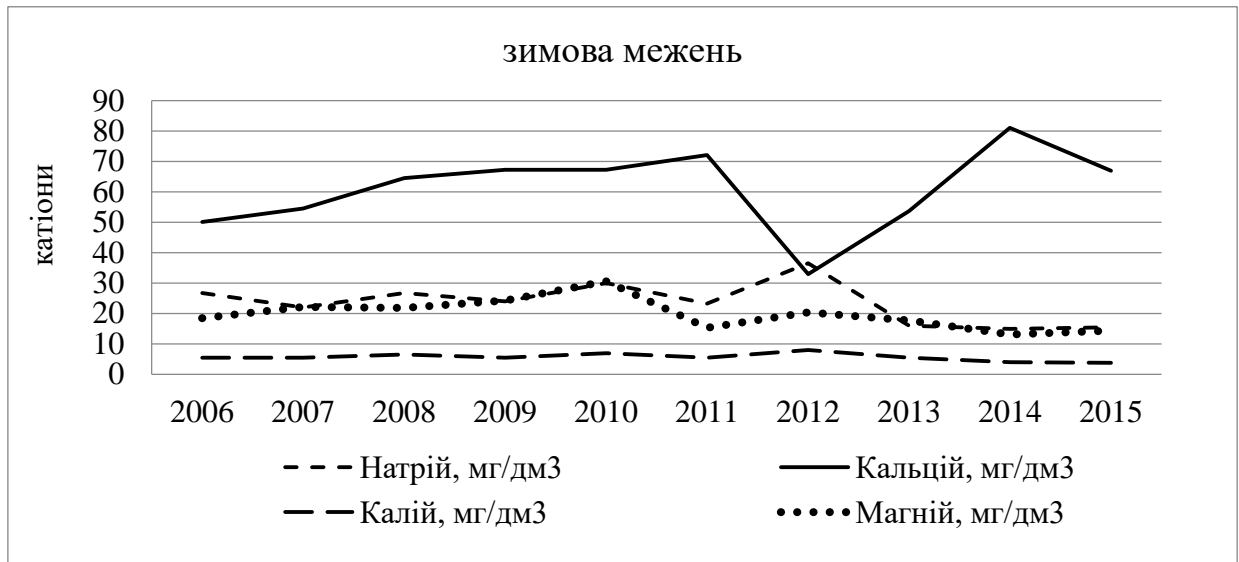


Рисунок 3.5 - Зміна у часі катіонів в воді р.Тетерів – м.Житомир за період зимової межні

Вміст магнію в воді р.Тетерів – м.Житомир за період зимової межні коливався від 13,1 мг/дм³ (2014 р.) до 30,6 мг/дм³ (2010 р.). Середнє багаторічне становило 19,8 мг/дм³.

Інтервал коливань концентрацій кальцію під час весняної повені був меншим, ніж в зимовий період – 40,1 мг/дм³ (2005 р.) – 79 мг/дм³ (2007 р.), але, середньобагаторічне значення було майже таким самим – 61,1 мг/дм³ (табл.3.2, рис.3.6). Спостерігалось за період дослідження декілька піків та спадів концентрації цього катіону.

Концентрації натрію змінювались від 11 мг/дм³ (2014 р.) до 29,0 мг/дм³ (2007р.). Середньобагаторічне склало 17,2 мг/дм³. З рис.3.6 видно, що вміст натрію несуттєво, але зменшується у часі.

В ході змін концентрацій магнію у часі можна виділити декілька підйомів та спадів. Найбільші піки спостерігались в 2006, 2008 та 2011 роках

(23,4 мг/дм³, 21,4 мг/дм³, 25,6 мг/дм³ відповідно). В 2011 році було найбільше за період дослідження середньорічне значення, а в 2009 – найменше (7,3 мг/дм³). За 2005-2015 рр. середнє дорівнювало 16,6 мг/дм³.

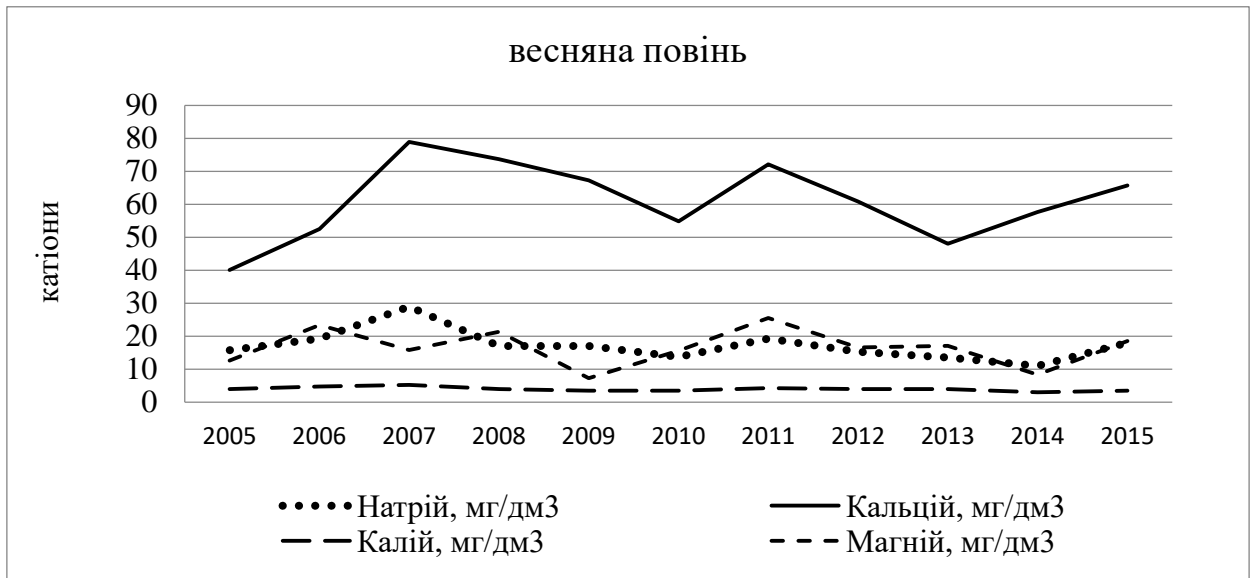


Рисунок 3.6 - Зміна у часі катіонів в воді р.Тетерів – м.Житомир за період весняної повені

Під час літньо-осінньої межені концентрації кальцію коливались в незначних межах (45,7 мг/дм³ – 58,0 мг/дм³ у 2015 та 2008 рр. відповідно) і були найменшими за період дослідження. На відміну від попередніх періодів водності, не було різких підйомів та спадів і, в цілому, спостерігається зменшення цього катіону у часі (табл.3.3, рис.3.7).

До 2012 року після концентрацій кальцію на другому місці за величиною були концентрації натрію. Їх вміст коливався від 9,75 мг/дм³ (2014 р.) до 26,8 мг/дм³ (2011 р.); середньо багаторічне – 18,6 мг/дм³.

Вміст магнію трохи зростав у часі до 2012 року, досягнувши найбільшого значення – 20,3 мг/дм³. Найменша концентрація спостерігалась в 2005 р. (11,2 мг/дм³).

На протязі всіх періодів водності вміст калію у воді р.Тетерів – м.Житомир мало змінюється у часі і має незначні за величиною концентрації. Так, під час зимової межени значення коливались від 3,75 мг/дм³ (2015 р.) до 8,0 мг/дм³ (2012 р.); під час весняної повені – від 3,0 мг/дм³ (2014 р.) до 5,25мг/дм³ (2007 р.) та під час літньо-осінньої межени – від 3,25 мг/дм³ (2014р.) до 5,8 мг/дм³ (2008 р.). Середні багаторічні показники за ці періоди відповідно склали: 5,7 мг/дм³; 3,98 мг/дм³; 4,6 мг/дм³. Можна зазначити, що найбільші концентрації спостерігались під час зимової межени, найменші – під час весняної повені (табл.3.1-3.3; рис.3.5-3.7).

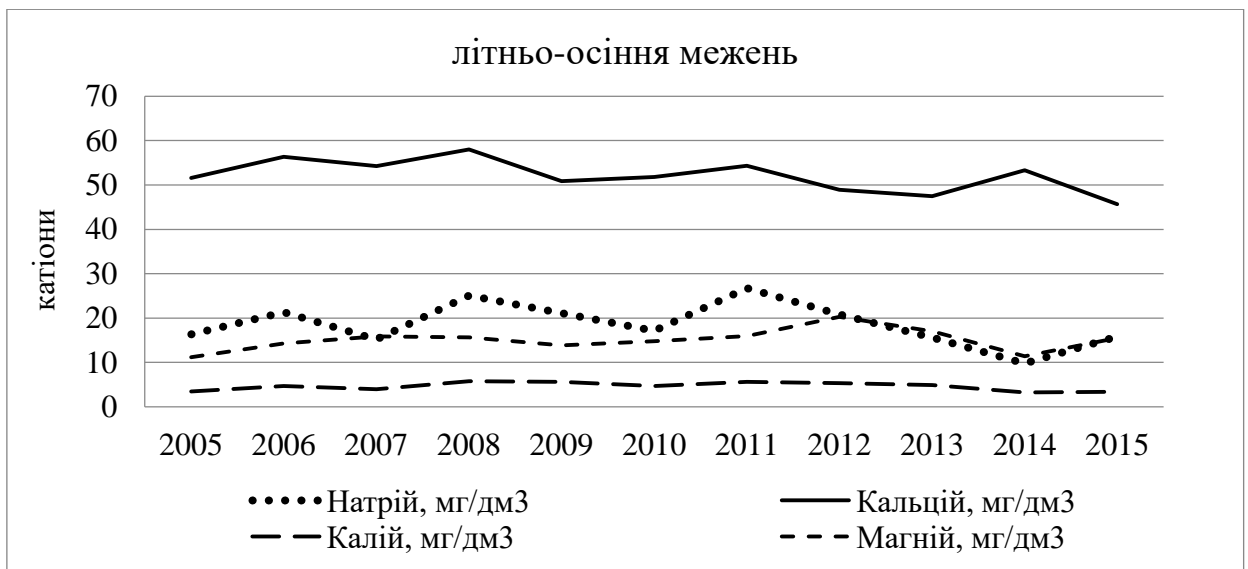


Рисунок 3.7 - Зміна у часі катіонів в воді р.Тетерів – м.Житомир за період літньо-осінньої межени

За аналізом даних по мінералізації води р.Тетерів – м.Житомир та головних іонах були побудовані формули Курлова за кожен рік кожного з трьох періодів водності. Аніони та катіони переведені з мг/дм³ у %-екв і розташовуються в порядку убудування (табл.3.4).

Зимова межень. За період зимової межени вода в створі р.Тетерів – м.Житомир у більшості випадків характеризується як «гідрокарботатна магнієво-кальцієва». З 11 років спостереження у 6 випадках вона відповідала

цій якості: у 2006-2010 рр. та 2013р. Три рази, а саме у 2011, 2014-2015 рр, вода річки змінюється на «гідрокарбонатну кальцієву».

Серед аніонів у 100% випадків на другому місці після гідрокарбонатів в воді Тетеріва спостерігаються іони хлоридів. Серед катіонів на першому місці у 90,9% випадків знаходиться кальцій і тільки у 2012 р. – іони натрію та калію. Тому вода в цьому році характеризувалась як гідрокарботатна кальцієво-магнієво-натрієва (32.1, 32.7, 35.2% відповідно від суми катіонів)

Значення рН коливались від 7,22 (2009 р.) до 8,11 (2007 р.).

Весняна повінь. Вода в межах р.Тетерів – м.Житомир за період весняної повені у більшості випадків (8 разів) являється «гідрокарбонатною магнієво-кальцієвою»: у 2005-2006 рр., 2008 р., 2010-2013 рр. та 2015 р.

«Гідрокарбонатною кальцієвою» за цей проміжок часу вода була 2 рази: у 2009 ($Na^+ + K^+$ на другому місці) та 2014 рр.(на другому місці Mg^{2+}).

Таблиця 3.4– Характеристика якості вод р.Тетерів – м.Житомир за критерієм іонного складу (формула Курлова)

зимова межень - грудень, січень, лютий (у %-екв)		
2006	$M_{0,39} \frac{HCO_3^- 66,5 Cl^- 19,3 SO_4^{2-} 14,1}{Ca^{2+} 46,9 Mg^{2+} 28,5 Na^+ + K^+ 24,6} pH 7,71$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2007	$M_{0,40} \frac{HCO_3^- 69,9 Cl^- 15,4 SO_4^{2-} 14,7}{Ca^{2+} 48,2 Mg^{2+} 32,3 Na^+ + K^+ 19,6} pH 8,11$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2008	$M_{0,44} \frac{HCO_3^- 65,2 Cl^- 19,2 SO_4^{2-} 15,5}{Ca^{2+} 50,6 Mg^{2+} 28,3 Na^+ + K^+ 21,1} pH 7,74$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2009	$M_{0,49} \frac{HCO_3^- 65,3 Cl^- 19,3 SO_4^{2-} 15,5}{Ca^{2+} 51,3 Mg^{2+} 30,5 Na^+ + K^+ 18,2} pH 7,22$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2010	$M_{0,52} \frac{HCO_3^- 67,6 Cl^- 19,3 SO_4^{2-} 13,1}{Ca^{2+} 45,6 Mg^{2+} 34,1 Na^+ + K^+ 20,3} pH 7,86$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2011	$M_{0,44} \frac{HCO_3^- 67,2 Cl^- 20,7 SO_4^{2-} 12,1}{Ca^{2+} 59,8 Mg^{2+} 21,0 Na^+ + K^+ 19,3} pH 7,76$	Гідрокарботатно-кальцієва
2012	$M_{0,34} \frac{HCO_3^- 67,9 Cl^- 20,1 SO_4^{2-} 11,9}{Na^+ + K^+ 35,2 Mg^{2+} 32,7 Ca^{2+} 32,1} pH 7,62$	Гідрокарботатна-кальцієво-магнієво-натрієва
2013	$M_{0,38} \frac{HCO_3^- 75,9 Cl^- 19,8 SO_4^{2-} 4,3}{Ca^{2+} 53,8 Mg^{2+} 29,3 Na^+ + K^+ 16,9} pH 7,71$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва

2014	$M_{0,44} \frac{HCO_3^- 76,9 Cl^- 13,0 SO_4^{2-} 10,2}{Ca^{2+} 68,8 Mg^{2+} 18,3 Na^+ + K^+ 12,9} pH 7,4$	Гідрокарботатно-кальцієва
2015	$M_{0,38} \frac{HCO_3^- 79,3 Cl^- 13,6 SO_4^{2-} 7,1}{Ca^{2+} 63,1 Mg^{2+} 22,3 Na^+ + K^+ 14,6} pH 7,4$	Гідрокарботатно-кальцієва
середнє за 2005-2015 рр	$M_{0,42} \frac{HCO_3^- 69,9 Cl^- 18,0 SO_4^{2-} 12,1}{Ca^{2+} 52,0 Mg^{2+} 27,9 Na^+ + K^+ 20,1} pH 7,65$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
весняна повінь - березень-травень (у %-екв)		
2005	$M_{0,25} \frac{HCO_3^- 70,9 SO_4^{2-} 16,2 Cl^- 12,9}{Ca^{2+} 52,2 Mg^{2+} 27,1 Na^+ + K^+ 20,7} pH 7,60$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2006	$M_{0,41} \frac{HCO_3^- 75,9 SO_4^{2-} 12,4 Cl^- 11,7}{Ca^{2+} 47,6 Mg^{2+} 34,9 Na^+ + K^+ 17,5} pH 7,91$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2007	$M_{0,49} \frac{HCO_3^- 73,5 Cl^- 13,3 SO_4^{2-} 13,2}{Ca^{2+} 59,3 Na^+ + K^+ 31,1 Mg^{2+} 19,6} pH 8,1$	Гідрокарботатна-натрієво-кальцієва
2008	$M_{0,48} \frac{HCO_3^- 74,0 SO_4^{2-} 13,3 Cl^- 12,8}{Ca^{2+} 58,5 Mg^{2+} 28,0 Na^+ + K^+ 13,5} pH 8,4$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2009	$M_{0,37} \frac{HCO_3^- 63,7 SO_4^{2-} 21,5 Cl^- 14,8}{Ca^{2+} 70,1 Na^+ + K^+ 17,4 Mg^{2+} 12,5} pH 7,73$	Гідрокарботатно-кальцієва
2010	$M_{0,35} \frac{HCO_3^- 68,8 SO_4^{2-} 16,3 Cl^- 14,9}{Ca^{2+} 58,1 Mg^{2+} 27,2 Na^+ + K^+ 14,7} pH 7,95$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2011	$M_{0,49} \frac{HCO_3^- 75,6 Cl^- 15,9 SO_4^{2-} 8,5}{Ca^{2+} 54,1 Mg^{2+} 31,6 Na^+ + K^+ 14,3} pH 7,66$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2012	$M_{0,40} \frac{HCO_3^- 74,8 Cl^- 16,1 SO_4^{2-} 9,1}{Ca^{2+} 58,8 Mg^{2+} 26,3 Na^+ + K^+ 14,9} pH 7,80$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2013	$M_{0,33} \frac{HCO_3^- 82,2 Cl^- 13,4 SO_4^{2-} 4,4}{Ca^{2+} 53,4 Mg^{2+} 31,2 Na^+ + K^+ 15,4} pH 7,74$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2014	$M_{0,31} \frac{HCO_3^- 81,7 Cl^- 12,9 SO_4^{2-} 5,4}{Ca^{2+} 69,9 Mg^{2+} 16,6 Na^+ + K^+ 13,6} pH 8,0$	Гідрокарботатно-кальцієва
2015	$M_{0,43} \frac{HCO_3^- 79,8 Cl^- 18,0 SO_4^{2-} 2,2}{Ca^{2+} 57,7 Mg^{2+} 26,8 Na^+ + K^+ 16,2} pH 8,2$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
середнє за 2005-2015 рр	$M_{0,39} \frac{HCO_3^- 74,6 Cl^- 14,4 SO_4^{2-} 11,1}{Ca^{2+} 57,9 Mg^{2+} 25,9 Na^+ + K^+ 16,2} pH 7,92$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
літньо-осіння межень - червень-листопад (у %-екв)		
2005	$M_{0,32} \frac{HCO_3^- 67,6 SO_4^{2-} 18,9 Cl^- 13,5}{Ca^{2+} 59,9 Mg^{2+} 21,4 Na^+ + K^+ 18,7} pH 7,66$	Гідрокарботатно-кальцієва
2006	$M_{0,37} \frac{HCO_3^- 71,5 SO_4^{2-} 14,4 Cl^- 14,1}{Ca^{2+} 55,8 Mg^{2+} 23,3 Na^+ + K^+ 20,9} pH 7,69$	Гідрокарботатно-кальцієва
2007	$M_{0,37} \frac{HCO_3^- 68,9 SO_4^{2-} 16,9 Cl^- 14,3}{Ca^{2+} 56,6 Mg^{2+} 27,4 Na^+ + K^+ 16,0} pH 7,71$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва

2008	$M_{0,38} \frac{HCO_3^- 71,2 Cl^- 15,5 SO_4^{2-} 13,3}{Ca^{2+} 53,3 Mg^{2+} 23,7 Na^+ + K^+ 23,0} pH 7,6$	Гідрокарботатно-кальцієва
2009	$M_{0,34} \frac{HCO_3^- 60,2 Cl^- 21,2 SO_4^{2-} 18,7}{Ca^{2+} 53,5 Mg^{2+} 24,0 Na^+ + K^+ 22,5} pH 7,57$	Гідрокарботатно-кальцієва
2010	$M_{0,34} \frac{HCO_3^- 71,2 Cl^- 17,6 SO_4^{2-} 11,2}{Ca^{2+} 55,4 Mg^{2+} 26,0 Na^+ + K^+ 18,7} pH 7,72$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2011	$M_{0,39} \frac{HCO_3^- 71,8 Cl^- 19,7 SO_4^{2-} 8,4}{Ca^{2+} 50,8 Na^+ + K^+ 24,7 Mg^{2+} 24,5} pH 7,83$	Гідрокарботатно-кальцієва
2012	$M_{0,36} \frac{HCO_3^- 77,9 Cl^- 15,5 SO_4^{2-} 6,6}{Ca^{2+} 47,3 Mg^{2+} 32,4 Na^+ + K^+ 20,3} pH 7,26$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2013	$M_{0,33} \frac{HCO_3^- 75,2 Cl^- 14,9 SO_4^{2-} 9,9}{Ca^{2+} 51,8 Mg^{2+} 30,6 Na^+ + K^+ 17,7} pH 7,88$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
2014	$M_{0,31} \frac{HCO_3^- 81,7 Cl^- 13,2 SO_4^{2-} 5,2}{Ca^{2+} 64,7 Mg^{2+} 22,9 Na^+ + K^+ 12,4} pH 7,80$	Гідрокарботатно-кальцієва
2015	$M_{0,32} \frac{HCO_3^- 75,1 Cl^- 16,5 SO_4^{2-} 8,4}{Ca^{2+} 52,6 Mg^{2+} 29,4 Na^+ + K^+ 18,0} pH 8,33$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва
середнє за 2005-2015 рр	$M_{0,35} \frac{HCO_3^- 71,9 Cl^- 16,1 SO_4^{2-} 12,1}{Ca^{2+} 54,4 Mg^{2+} 26,0 Na^+ + K^+ 19,6} pH 7,73$	Гідрокарботатна-магнієво-кальцієва

У 2007 р. вода р.Тетерів змінюється на «гідрокарбонатну натрієво-кальцієву».

У період весняної повені серед аніонів на другому місці за гідрокарбонатами стоять хлориди, але у 2005-2006, 2008-2010 рр. – сульфати, що складає 45,5% від кількості років спостереження.

Значення параметру pH загалом було вищим ніж під час зимової межні. Середнє значення pH було найбільшим у 2008 році і дорівнювало 8,14; найменшим у 2011 рр. – 7,66.

Літньо-осіння межень. За критерієм іонного складу вода р.Тетерів відносилась тільки до двох типів: 6 разів була гідрокарбонатна кальцієва (у 2005-2006 рр., 2008-2009 рр., 2011р. ($Na^+ + K^+$ на другому місці) та 2014 р); 5 разів (2007 р., 2010 р., 2012-2013 рр. та 2015 р.) – гідрокарботатна магнієво-кальцієва.

pH змінювалось у межах 7,26 (2012 р.) – 8,33 (2015 р.).

У 2005-2007 роках після карбонатів у відсотковому відношенні від суми аніонів – сульфати, що складає 27,3% від кількості років спостереження. В інших випадках на другому місці – хлориди.

В цілому, за період дослідження 2005-2015 рр. за сольовим складом вода оцінювалась як «гідрокарбонатна магнієво-кальцієва» незважаючи на водність року, але в залежності від періоду водності процентний склад аніонів та катіонів в воді р.Тетерів – м.Житомир в окремі роки суттєво відрізняється. Середнє значення pH по сезонах водності розподілилось наступним чином: було найбільшим під час весняної повені – 7,92; потім під час зимової межені - 7,65 і найменшим – під час літньо-осінньої межені – 7,73.

3.2 Характеристика біогенних елементів та органічних речовин

Біогенні елементи (до яких насамперед належать азот, фосфор, кремній) приймають участь у життєдіяльності водних організмів.

Вміст біогенних елементів та речовин, що їх містять, у природних водах незначний, а їх режим залежить від температури води, яка впливає на інтенсивність життєдіяльності організмів та біохімічні процеси розкладання органічних речовин [11].

«Велика кількість біогенних речовин (особливо сполук N і P) вносяться з комунально-господарськими, сільськогосподарськими та промисловими стічними водами, внаслідок чого їх концентрація значно збільшується в забруднених річках і водоймах. Підвищені концентрації біогенних речовин у воді можуть стати причиною евтрофування». [12]

На рис.3.8 наведений внутрішньорічний розподіл температури води в межах створу р.Тетерів – м.Житомир за період 2006-2015 рр.

Середня річна температура води, як і слід очікувати, була найменшою у період зимової межені (0,1град.С 2006 р. – 3,6 град.С 2007 р.). Під час весняної повені температура води змінювалась в межах 3,2 град.С (2008 р.) –

17,0 град.С (2015 р.), зростаючи у часі (особливо з 2012 р.). За період літньо-осінньої межені показники температури коливались біля середньо багаторічного значення за цей період - 16,4 град.С, Найбільше значення дорівнювало 18 град.С у 2013 та 2015 роках.

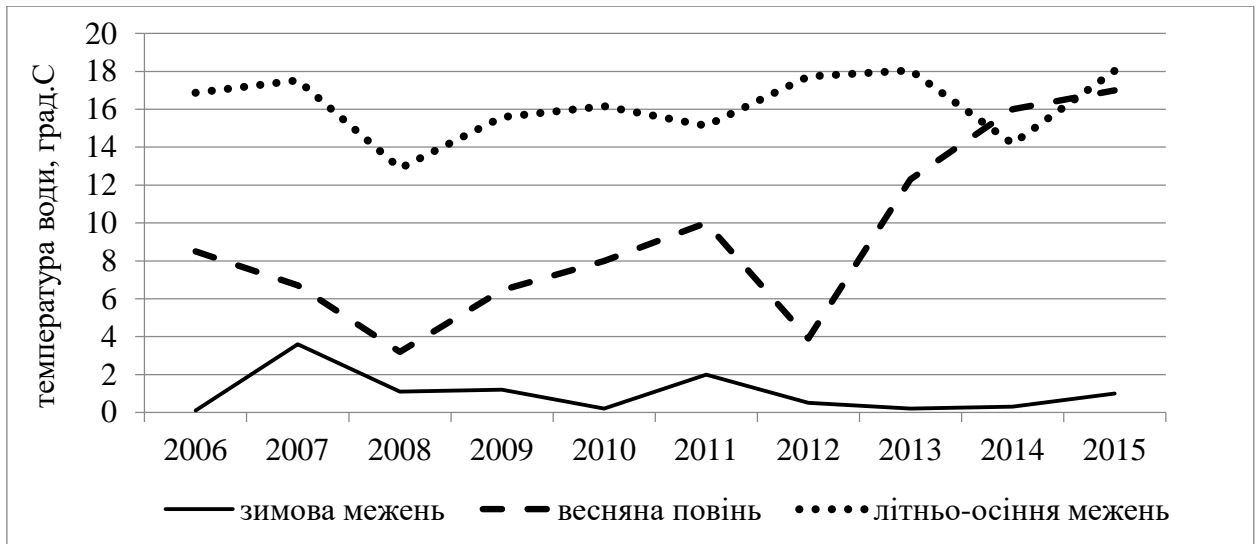


Рисунок 3.8 – Розподіл температури води за фазами водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

Графік зміни середньорічних концентрацій азоту амонійного за фазами гідрологічного режиму наведений на рис.3.9. Середнє значення за період 2005-2015 рр. складає: під час зимової межені – 0,70 мг/дм³, під час весняної повені – 0,36 мг/дм³, під час літньо-осінньої межені – 0,47 мг/дм³. Найбільший вміст азоту амонійного спостерігався під час зимової межені, коли показники змінювались від 0,18 мг/дм³ у 2007 р. до 2,11 мг/дм³ у 2006р. Окрім 2007 року, концентрації NH_4^+ нижчими за ГДКрг. (0,39 мг/дм³) були ще у 2005 та 2015 рр.

Для весняної повені характерні найнижчі концентрації азоту амонійного в воді р.Тетерів – м.Житомир. Перевищення рибогосподарських нормативів були тільки в 2009, 2011 та 2013-2014 рр. На межі ГДКрг. (0,39мг/дм³) вміст речовини спостерігався в 2012 році. Практично аналогічно

було розподілення у часі концентрацій азоту амонійного і за період літньо-осінньої межені, за виключення 2010 р. Середній річний вміст азоту амонійного змінювався від 0,22 мг/дм³ (2007 р.) до 0,95 мг/дм³ (2010 р.).

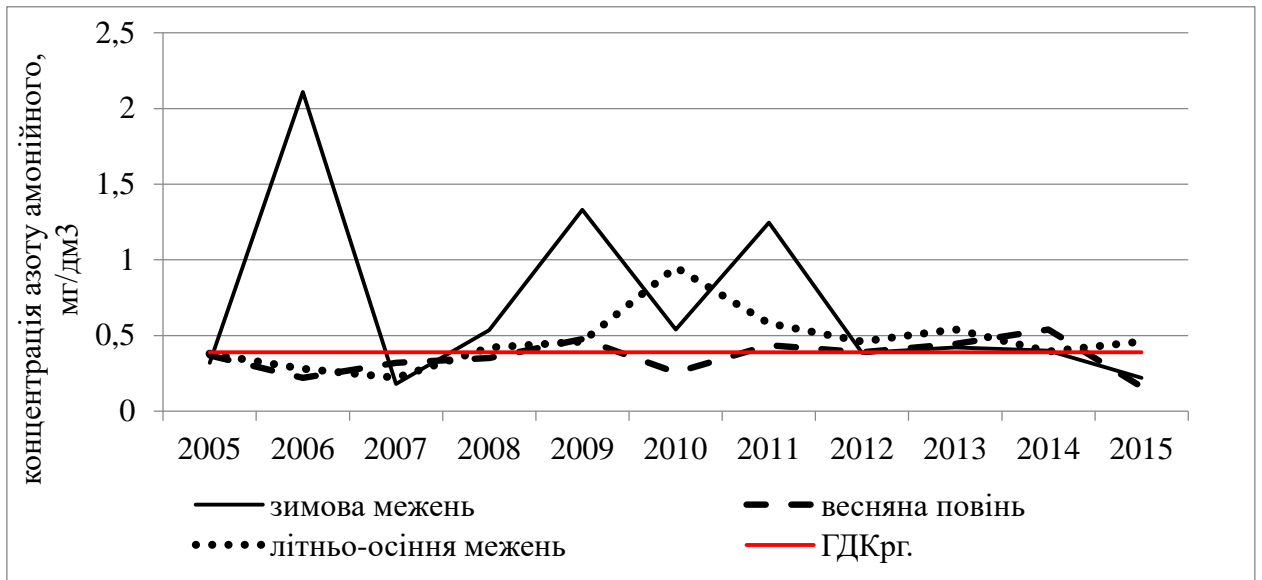


Рисунок 3.9 – Розподіл концентрацій азоту амонійного в межах р.Тетерів – м.Житомир

Істотних змін вмісту азоту нітритного (рис.3.10) в залежності від фази водного режиму в річці Тетерів на спостерігалось. Але можна відзначити незначне зростання величин в усі фази водного режиму на протязі періоду дослідження, за виключення 2006 р.(весняна повінь) та 2010 р. (літньо-осіння межень).

Середні річні концентрації азоту нітритного під час зимової межені коливались від 0,006 мг/дм³ (2007 р.) до 0,028 мг/дм³ (2015 р.). За період весняної повені вміст речовини змінювався в межах 0,007 мг/дм³ (2014-2015рр.) - 0,075 мг/дм³ (2006 р.). Останнє значення було найвищим за весь період 2005-2015 рр. і складало 3,75 ГДКрг. (ГДКрг.=0,02мг/дм³). Під час літньо-осінньої межені концентрації азоту нітритного перевищували рибогосподарський норматив тільки в 2010 році і 0,047 мг/дм³ (2,35ГДКрг.).

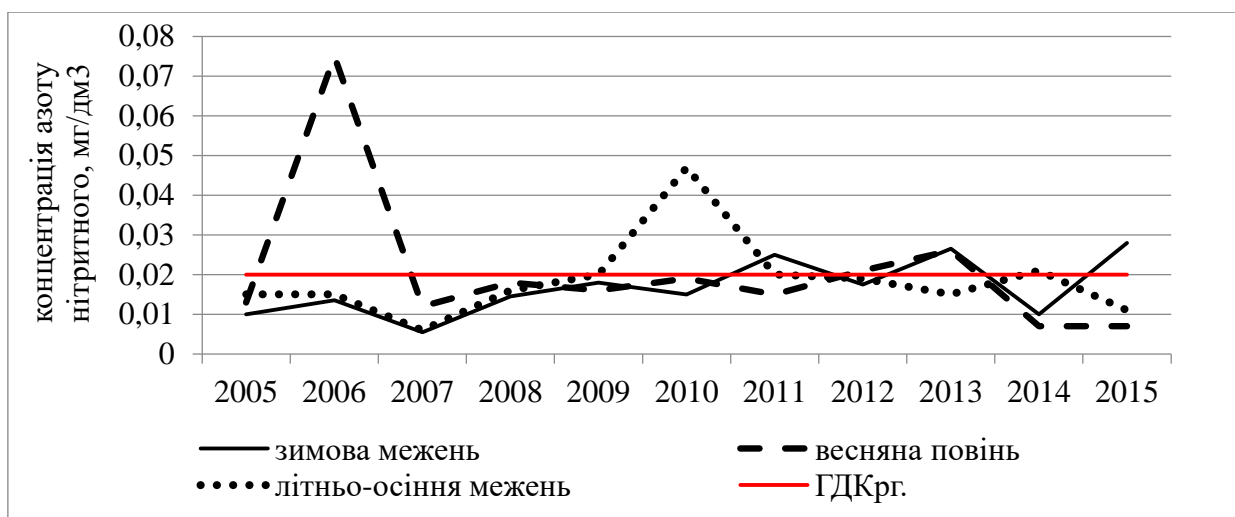


Рисунок 3.10 – Розподіл концентрацій азоту нітритного в межах р.Тетерів – м.Житомир

Розподіл концентрацій азоту нітратного за фазами водного режиму наведений на рис.3.11. Ці значення суттєво нижчі за *ГДКрг*, яке дорівнює 9мг/дм^3 . В цілому, за період 2005-2015 рр. вміст азоту нітратного зменшувався у часі, повільніше всього під час зимової межені. Середньобогаторічні показники дорівнювали: під час зимової межені - $0,196\text{мг/дм}^3$; під час весняної повені - $0,150\text{мг/дм}^3$; під час літньо-осінньої межені - $0,166\text{мг/дм}^3$.

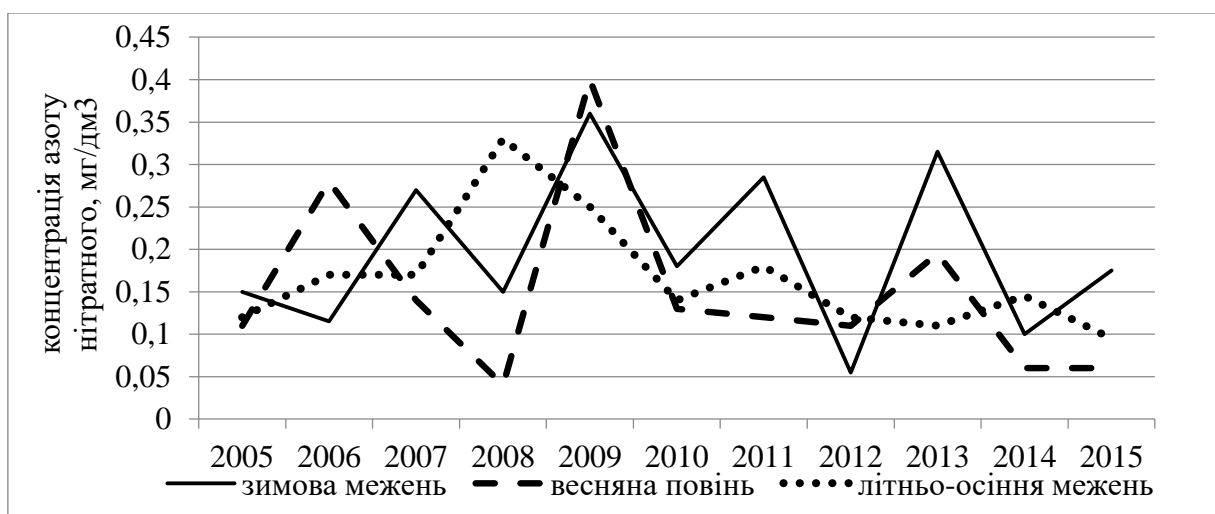


Рисунок 3.11 – Розподіл концентрацій азоту нітратного в межах р.Тетерів – м.Житомир

Кремній є постійним компонентом хімічного складу природних вод. Концентрація кремнію в річкових водах коливається звичайно від 1 до 10 мг/дм³. З рис.3.12 видно, що спостерігається деяка синхронність у розподілі речовини по фазах водного режиму.

Найменший вміст кремнію в воді річки Тетерів – м.Житомир був у період весняної повені і змінювався від 2,2 мг/дм³ (2014 р.) до 5,85 мг/дм³ (2011 р.).

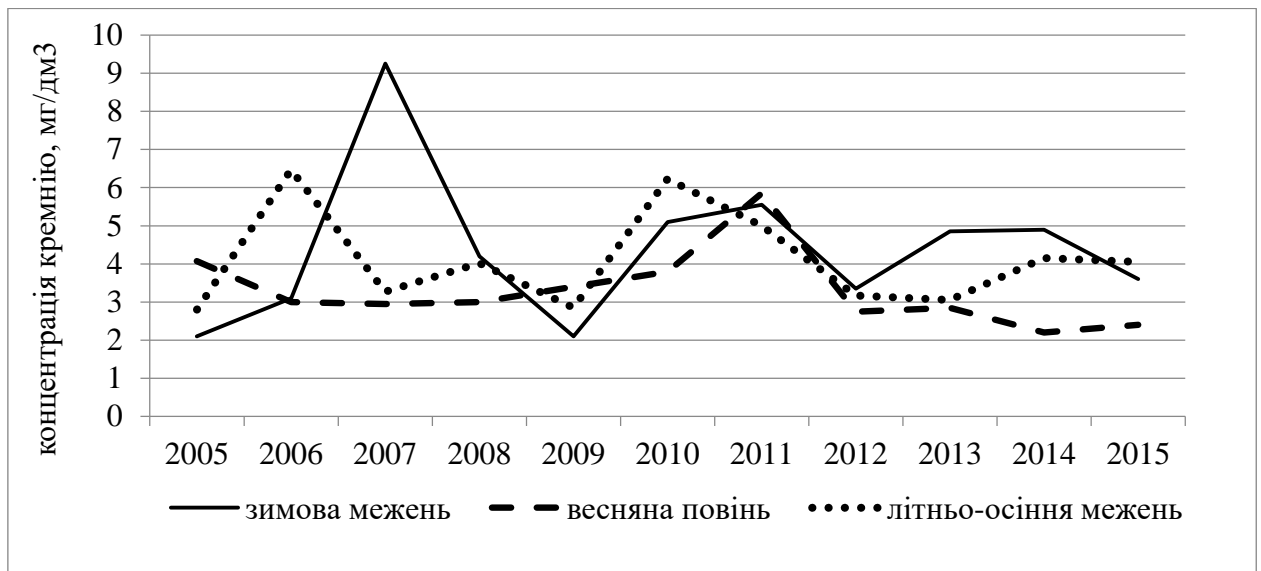


Рисунок 3.12 – Розподіл концентрацій кремнію в межах р.Тетерів – м.Житомир

Під час зимової межени концентрації кремнію в окремі роки мали найбільші значення у порівнянні з іншими періодами. Наприклад, в 2007 р. концентрація склала 9,25 мг/дм³ і перевищила всі середні річні концентрації за період дослідження. Під час літньо-осінньої межени вміст кремнію коливався навколо середньо багаторічного значення – 4,10 мг/дм³ і змінювався від 2,8 мг/дм³ (2005 р.) до 6,47 мг/дм³ (2006 р.).

Зміна у часі концентрацій фосфатів, з урахуванням внутрішньорічного розподілу по фазах водного режиму, представлена на рис. 3.13. Під час зимової межени найбільші значення приходились на 2009-2011 роки (0,144;

0,159 та 0,132 мг/дм³ відповідно); під час весняної повені спостерігались у 2007 році (0,245 мг/дм³); під час літньо-осінньої межені - у 2006 році (0,163мг/дм³). Концентрації фосфатів з 2012 р. майже співпадають у всі періоди року. В цілому, концентрації фосфатів зменшуються у часі, не залежно від внутрішньорічного розподілу. Чіткого зв'язку з періодом року не спостерігається.



Рисунок 3.13 – Розподіл концентрацій фосфатів за фазами водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

Одним з основних показників при оцінці вмісту органічної речовини є наявність або відсутність у воді вільного кисню. Чим більше ступінь забруднення водного середовища органічними речовинами, тим більша кількість кисню витрачається на їх деструкцію і розкладання, і тим менше залишається його у воді. Для кількісної оцінки вмісту органічної речовини у воді р.Тетерів використані показники біхроматної окислюваності (БО) (рис.3.14) та 5-ти добового біохімічного споживання кисню (БСК₅) [11]. З рис.3.14 видно, що в усі фази водного режиму спостерігається зменшення концентрацій БО з 2006 по 2008 рр., а потім їх зростання. В цілому, можна відзначити деяку синхронність у ході зміни величини у внутрішньому річному розподілі. Найбільший вміст БО в воді річки спостерігався під час

зимової межень, найменший – під час весняної повені.

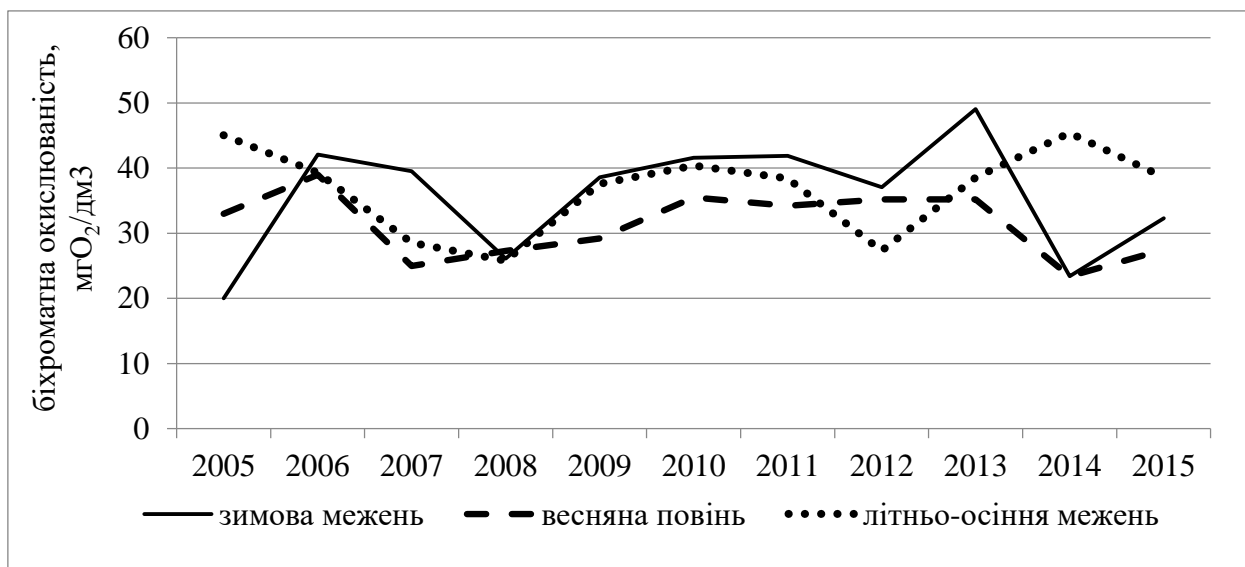


Рисунок 3.14 – Розподіл концентрацій біхроматної окислюваності в межах р.Тетерів – м.Житомир

Графік зміни BCK_5 в межах створу спостереження за сезонами водності представлений на рис.3.15. Видно, що не було жодного перевищення $ГДК_{рг}$ (3 мг/дм^3) в межах всіх фаз водного режиму. Але, слід відзначити, що концентрації BCK_5 зростають у часі як в межені періоди, так і під час весняної повені.

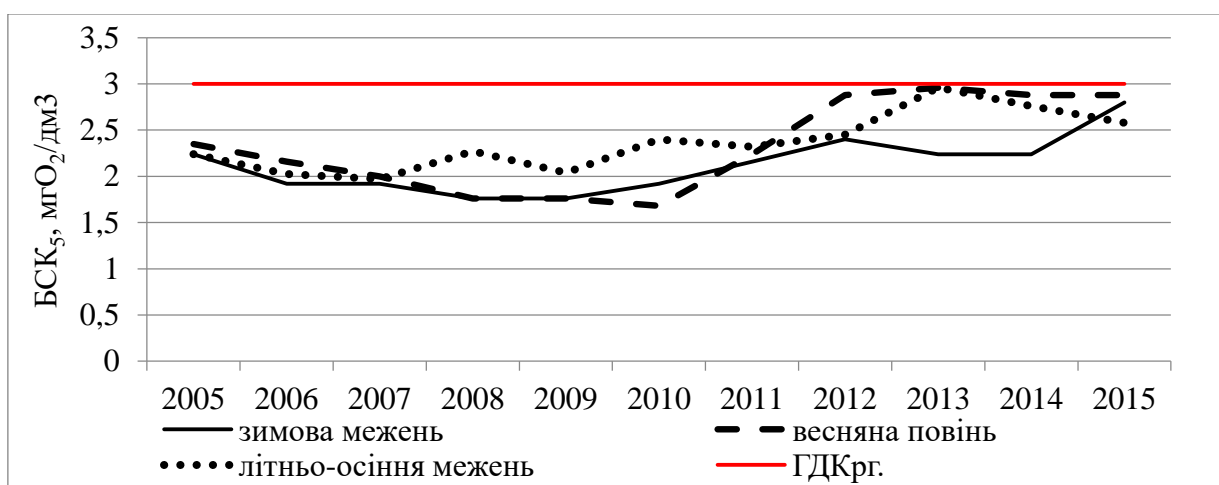


Рисунок 3.15 – Розподіл концентрації BCK_5 за фазми водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

3.3 Характеристика кисневого режиму, завислих речовин

Розчинений кисень являється важливою характеристикою якості води для нормальних умов існування водних організмів, для функціонування біохімічних процесів в водному середовищі. На протязі періоду дослідження середні річні концентрації розчиненого кисню значно вище за ГДК_{рг} (6,0 мг/дм³) не залежно від внутрішньорічного розподілу (рис. 3.16). Найменші показники розчиненого кисню спостерігались в період літньо-осінньої межени і змінювались від 8,32 мг/дм³ (2005 р.) до 11,73 (2010 р.). За період весняної повені концентрації кисню зменшувались у часі. Максимальне значення (15,15 мг/дм³) було у 2007 р., найменше (10,1 мг/дм³) – у 2010 р. Під час зимової межени концентрації розчиненого кисню несуттєво збільшувались у часі і коливались в межах 10,2 мг/дм³ (2008 р.) – 14,7 мг/дм³ (2012 р.)

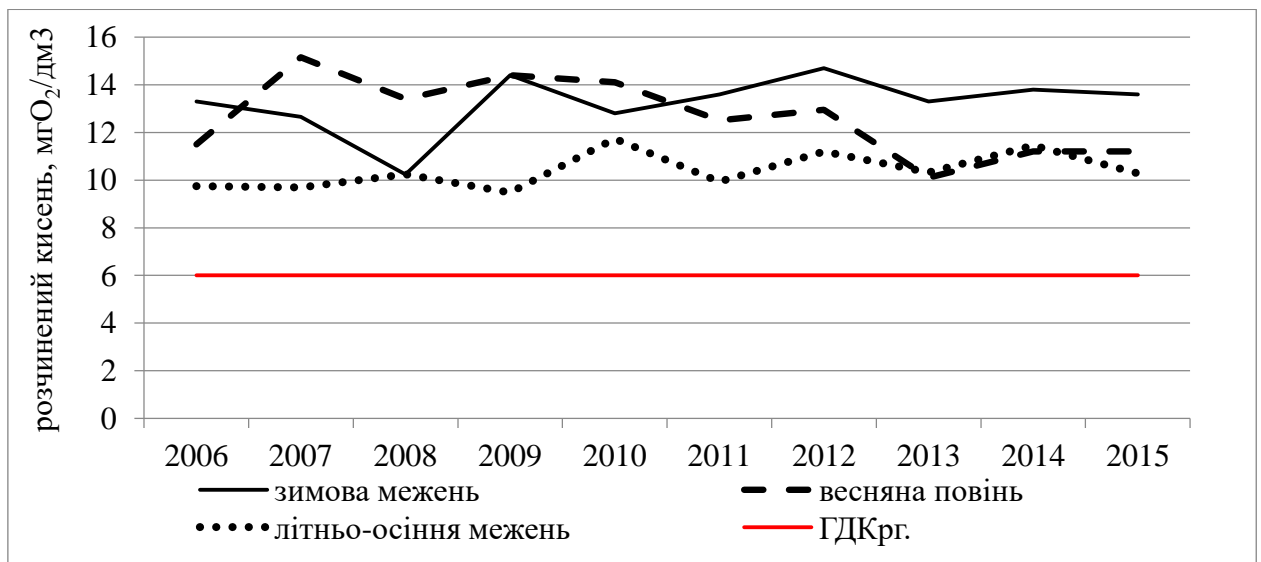


Рисунок 3.16 – Розподіл концентрацій розчиненого кисню за фазами водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

Концентрації завислих речовин змінювались у часі наступним чином (рис.3.17): найменші показники за період дослідження спостерігались у

період зимової межені з 2006 по 2010 роки та з 2013 по 2015 рр.; найбільші показники були в 2009 р. (20,45 мг/дм³ – весняна повінь), 2011 р (19,0 та 19,3мг/дм³ – під час зимової та літньо-осінньої межені відповідно) та під час літньо-осінньої межені у 2013 році (21,75 мг/дм³). Особливих закономірностей у розподілі завислих речовин не спостерігається. Такі значні підвищення вмісту речовини, а потім різки спади, можна пов'язати з надходженням стічних вод від промислових підприємств протягом року.

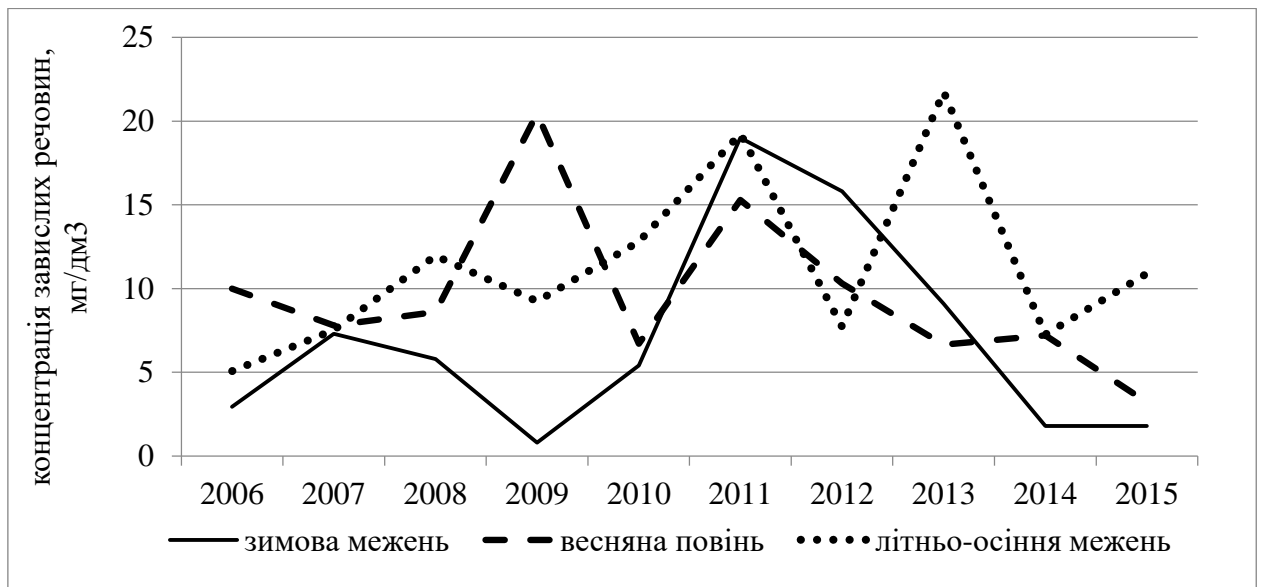


Рисунок 3.17 – Розподіл концентрацій завислих речовин за фазами водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

3.4 Аналіз розподілу речовин токсичної дії по фазах водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

Фізіологічне значення важких металів, їх незаперечний вплив на екологічний стан водного середовища, полягає в тому, що вони входять до складу сполук зі специфічними біологічними функціями: ферментів, вітамінів, гормонів. Ці сполуки активно впливають на інтенсивність процесів обміну речовин у живих організмах. Саме через це вміст важких металів у воді нормується, адже збільшення їх концентрацій може викликати

порушення різних біохімічних та біологічних процесів у живих організмів та призвести до її захворювання, часто хронічних, а той і до загибелі [11].

В роботі розглядались зміни у часі та по фазах водного режиму наступних речовин: заліза загального, міді, цинку, шестивалентного хрому, мангану, нафтопродуктів.

Найбільший вміст заліза загального спостерігався у 2006 році під час літньо-осінньої межні (рис.3.18). Цей показник перевищував рибогосподарські нормативи ($0,1 \text{ мг/дм}^3$) у 6,5 разів. Після різкого спаду вміст заліза на протязі меженного періоду був нижчим за *ГДК_{рг.}*, за виключенням 2014 року.

Спостерігалось зменшення концентрації у часі під час весняної повені і значення коливались від найбільшого у 2006 р. ($0,345 \text{ мг/дм}^3$) до найменшого ($0,04 \text{ мг/дм}^3$) показника у 2015 р. Середні річні концентрації загально заліза під час зимової повені перевищували *ГДК_{рг.}* у 2005-2006 та 2013 роках, а у 2015 р. – дорівнювали йому. В цілому, можна відзначити деяку синхронність у ході змін речовини.

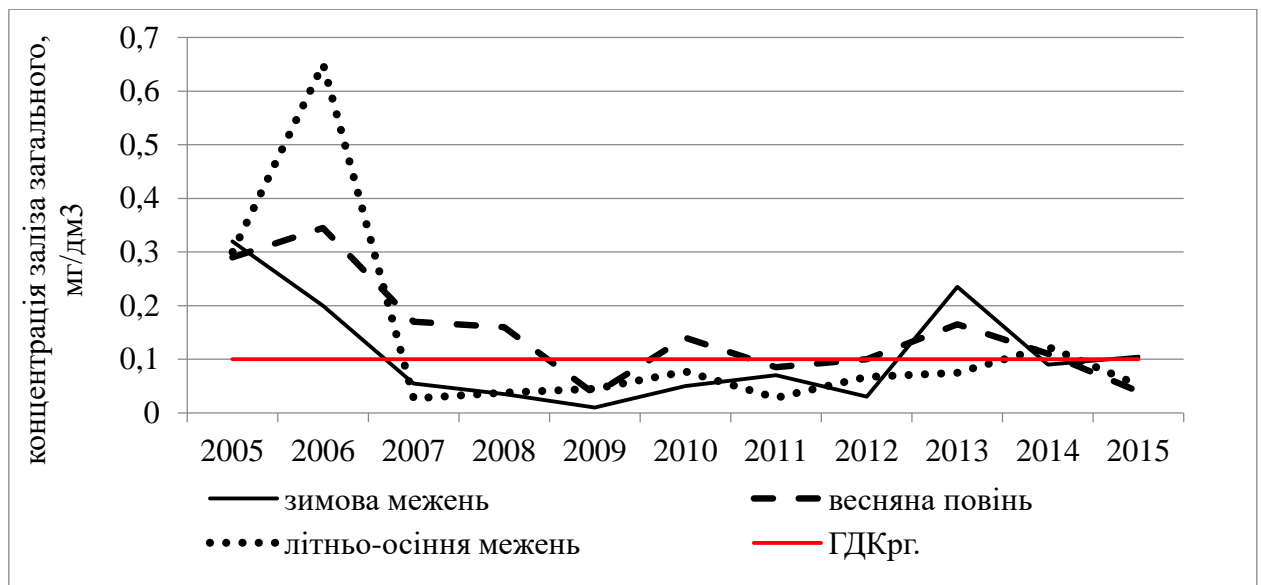


Рисунок 3.18 – Розподіл концентрацій заліза загального за фазами водного в межах р.Тетерів – м.Житомир

Зміна концентрацій міді за фазами водного режиму наведена на рис.3.19.

Майже на протязі всього періоду дослідження відзначалось незначне перевищення $ГДК_{рз}$ (1 мкг/дм³), за виключенням 2005-2006 років. Це стосується всіх фаз водності. Максимальні значення спостерігались: під час весняної повені у 2006 р. (26,6 $ГДК_{рз}$); під час зимової межені у 2006 р. (21,4 $ГДК_{рз}$) та у 2005 р. під час літньо-осінньої межені (9,33 $ГДК_{рз}$).



Рисунок 3.19 – Розподіл концентрацій міді за фазами водності в межах р.Тетерів – м.Житомир

Розподіл середніх річних концентрацій цинку наведений на рис. 3.20. Майже на протязі всього періоду 2005-2015 рр. вміст елемента перевищує гранично-допустимі концентрації для об'єктів рибогосподарського використання. Простежити закономірності змін концентрацій цинку в залежності від фаз водного режиму не вдалося. Максимальний вміст під час зимової межені спостерігався у 2005-2006 роках і перевищував $ГДК_{рз}$ (10мкг/дм³) у 4,3 та 4,4 разів відповідно. Найменші середньорічні концентрації відзначались у 2007-2009 рр. та 2014 році і були нижчими за норматив.

Найбільші значення цинку за період весняної повені спостерігались у 2005-2006 роках (3,73 та 3,5 ГДК_{рг}) та у 2014 році (5,5ГДК_{рг}). Зміни вмісту цинку під час лятньо-осінньої межені мають тенденцію до зменшення у часі. Концентрації коливались від 53,7 мкг/дм³ (2005 р.) до 9,5 мкг/дм³ (2015 р.).

Середні багаторічні значення свідчать про те, вміст цинку був найбільшим під час весняної повені (21,7 мкг/дм³) і майже однаковим під час зимової та літньо-осінньої межені (18,8 мкг/дм³ та 18,8 мкг/дм³ відповідно).

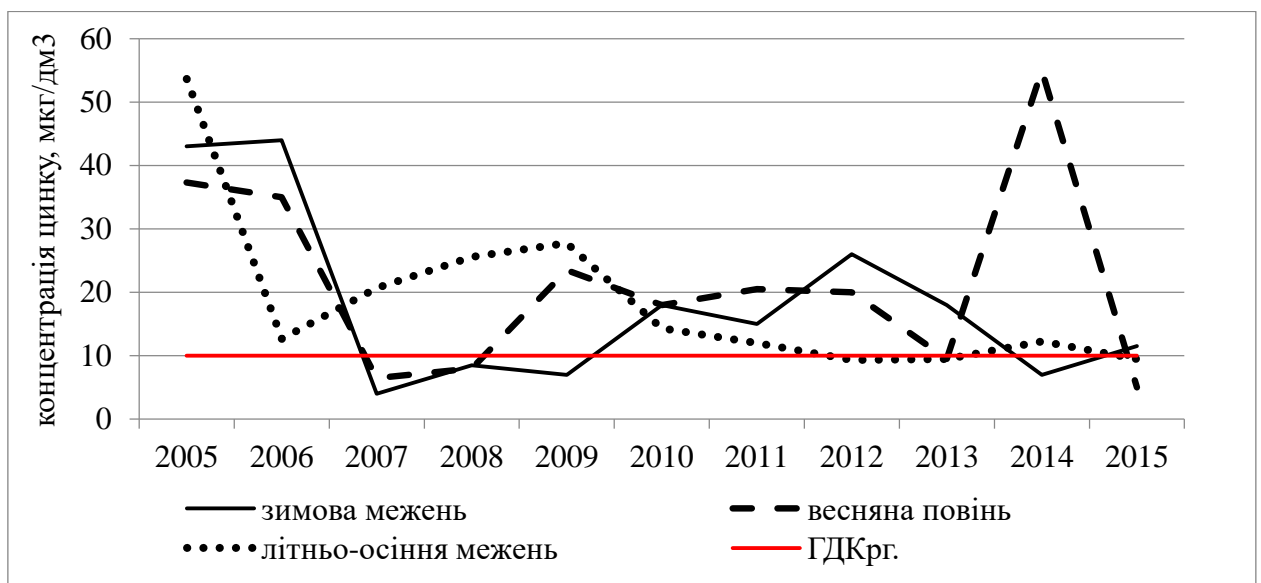


Рисунок 3.20 – Розподіл концентрацій цинку за фазами водності в межах р.Тетерів – м.Житомир

Зміна у часі та внутрішньорічний розподіл шестивалентного хрому наведені на рис.3.21. Слід зазначити, що не вважаючи на період року, концентрації хрому значно вище за рибогосподарські нормативи (1 мкг/дм³). Вміст хрому у воді р.Тетерів – м.Житомир під час зимової межені зменшується на протязі періоду дослідження і, навпаки, зростає під час весняної повені. Незначне зменшення концентрації хрому можна спостерігати і під час літньо-осінньої межені.

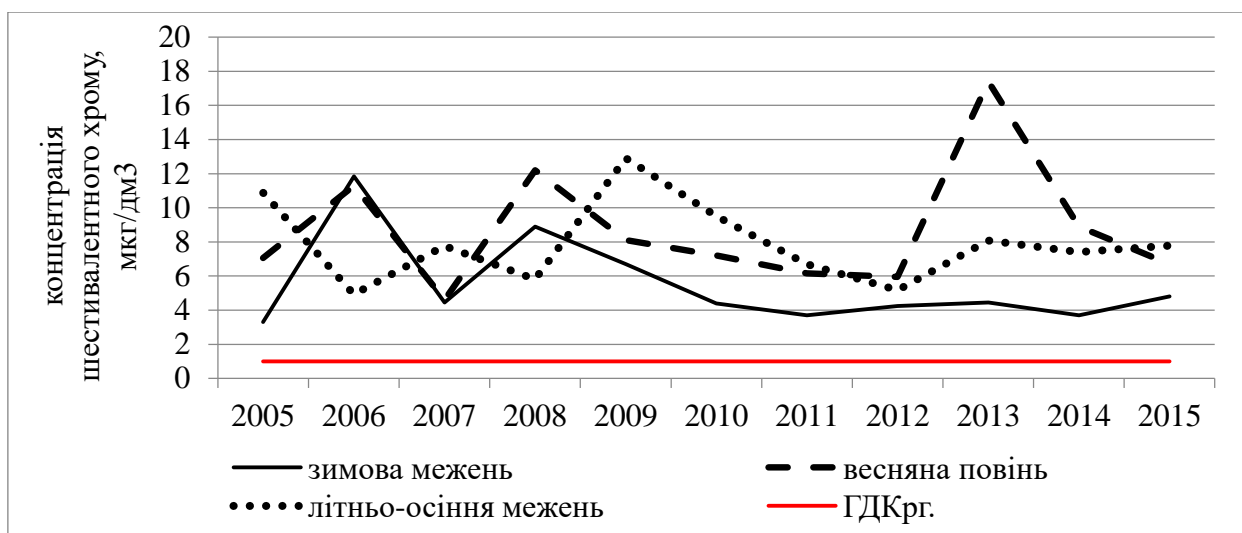


Рисунок 3.21 – Розподіл концентрацій шестивалентного хрому за фазами водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

Нами були досліджені не тільки зміни концентрації хрому у часі у різні фазові режими водності, а й закономірності їх змін в залежності від витрат води. Графіки зв'язку вмісту хрому та витрат води під час зимової межені (а) та весняної повені (б) в межах пункту р.Тетерів – м.Житомир представлені на рис.3.22.

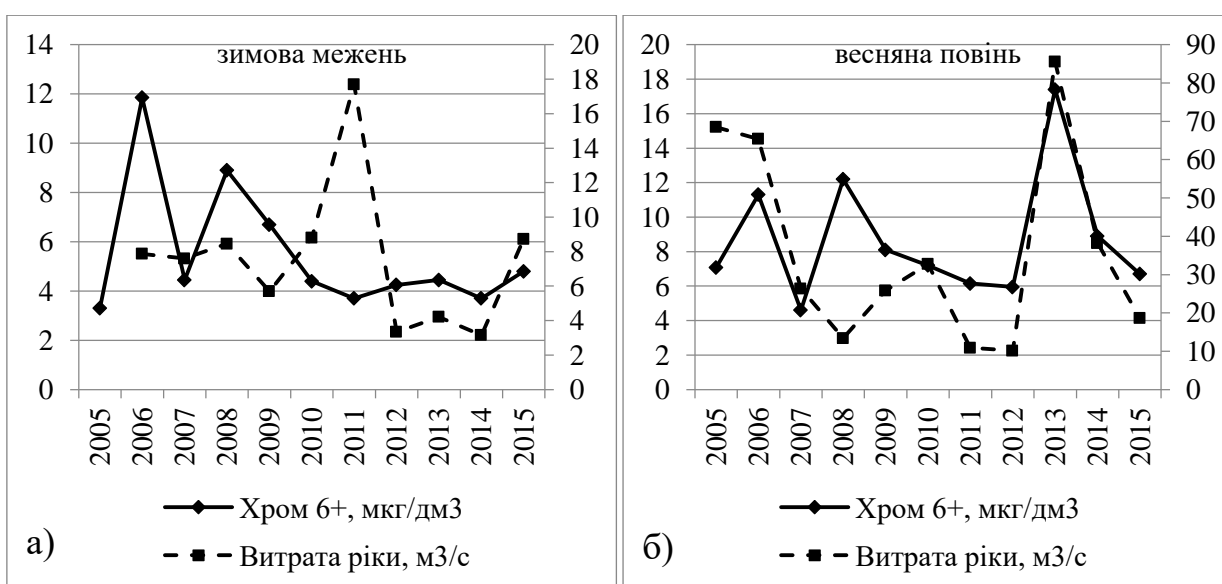


Рисунок 3.22 – Графіки зв'язку вмісту хрому та витрат води під час зимової межені (а) та весняної повені (б), р.Тетерів – м.Житомир

Характерних синхронних змін під час зимової межені не спостерігалось. При максимальних витратах води за період дослідження у 2011 році концентрації хрому були нижчими навіть за середнє багаторічне (3,7 та 5,5 мкг/дм³ відповідно).

Під час весняної повені спостерігається більш близький зв'язок між витратами та вмістом хрому: в основному, при збільшенні водності річки відзначався і зріст концентрацій елементу та навпаки: при зменшенні водності - зменшення цинку в воді.

За виключенням 2005-2007 рр. можна простежити деяку синхронність у ході зміни концентрації хрому та витрат води у період літньо-осінньої межені (рис.3.23).

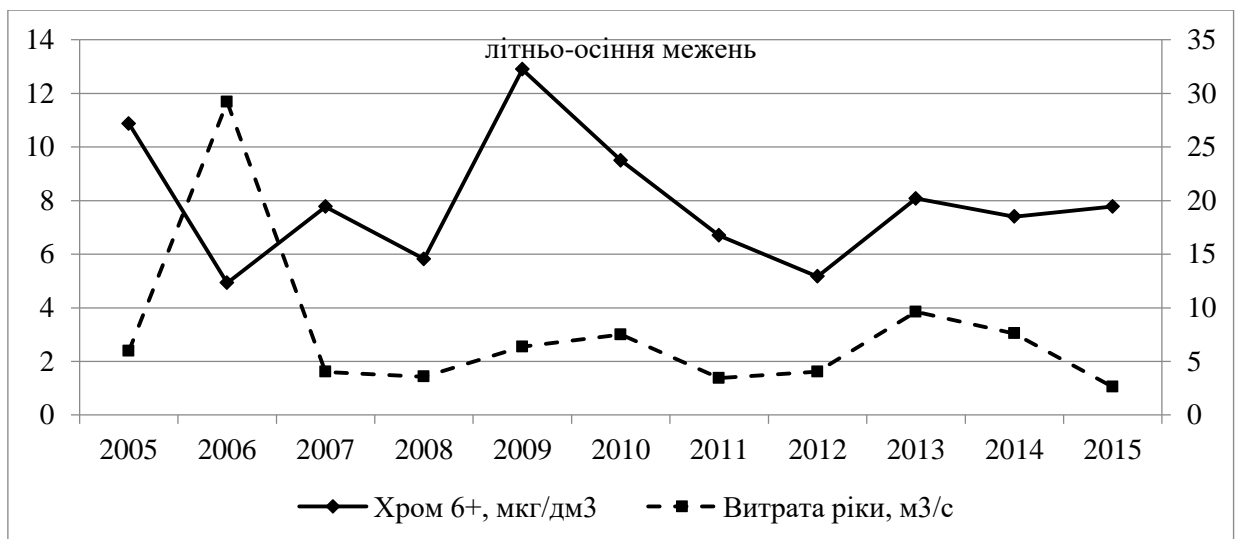


Рисунок 3.23 - Графік зв'язку вмісту хрому та витрат води під час літньо-осінньої межені, р.Тетерів – м.Житомир

Марганець являється важливим елементом, який бере участь в процесах фотосинтезу, реакціях фотолізу води та виділення кисню [11]. Він потрапляє у водне середовище як антропогенним, так і природним шляхом. Його зміни в залежності від періодів водності представлені на рис.3.24. В окремі роки можна спостерігати деяку синхронність в змінах вмісту

марганцю в усі фази водного режиму, наприклад період 2005-2009 роки. Також в усі фази водності концентрації елементу вище за *ГДК_{рз}* (10 мкг/дм³), окрім 2009 та 2012 років під час зимової межени (9 мкг/дм³) та у 2012 р. під час літньо-осінньої межени (7 мкг/дм³). Максимальні перевищення рибогосподарського нормативу були у 10,6 разів під час зимової межени (2010 р.); у 8 разів під час весняної повені (2006 р.) та у 12,8 разів під час літньо-осінньої межени (2005 р)

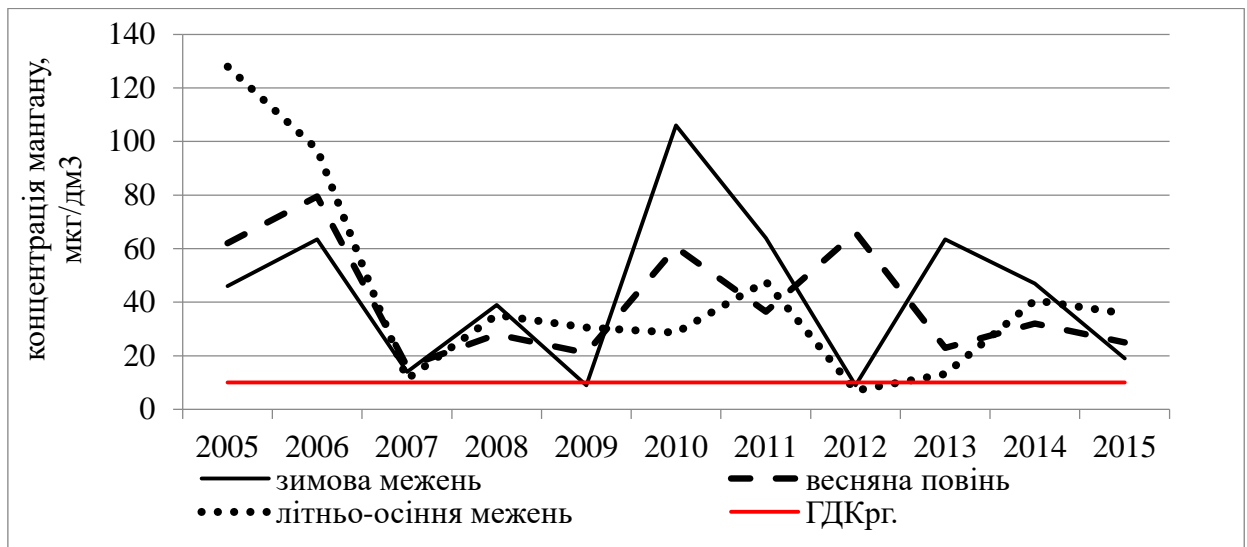


Рисунок 3.24 – Розподіл концентрацій марганцю в межах р.Тетерів – м.Житомир

Із всіх речовин токсичної дії, що розглядаються в роботі, тільки за вмістом нафтопродуктів не було перевищення *ГДК_{рз}*. (0,05 мг/дм³) (рис.3.25). Найбільший вміст речовини спостерігався у періоди весняної повені у 2008 та 2013 роках (0,04 та 0,035 мг/дм³ відповідно). Це може бути пов'язано зі стоком поверхневих вод, що надходять у річкову мережу. Залежності вмісту нафтопродуктів від сезонів року не спостерігається: значення коливаються під час зимової межени від 0 мг/дм³ (2005 та 2015 рр.) до 0,03 мг/дм³ (2006 та 2010 рр.); під час весняної повені від 0мг/дм³ (2005 р.) до 0,04 мг/дм³ (2008р.) та під час літньо-осінньої межени від 0,01 мг/дм³ (2006,

2013-2014рр.) до $0,03 \text{ мг/дм}^3$ (2007 та 2011 рр.). В кожний період водності було по декілька піків підйому та спадів концентрацій нафтопродуктів.

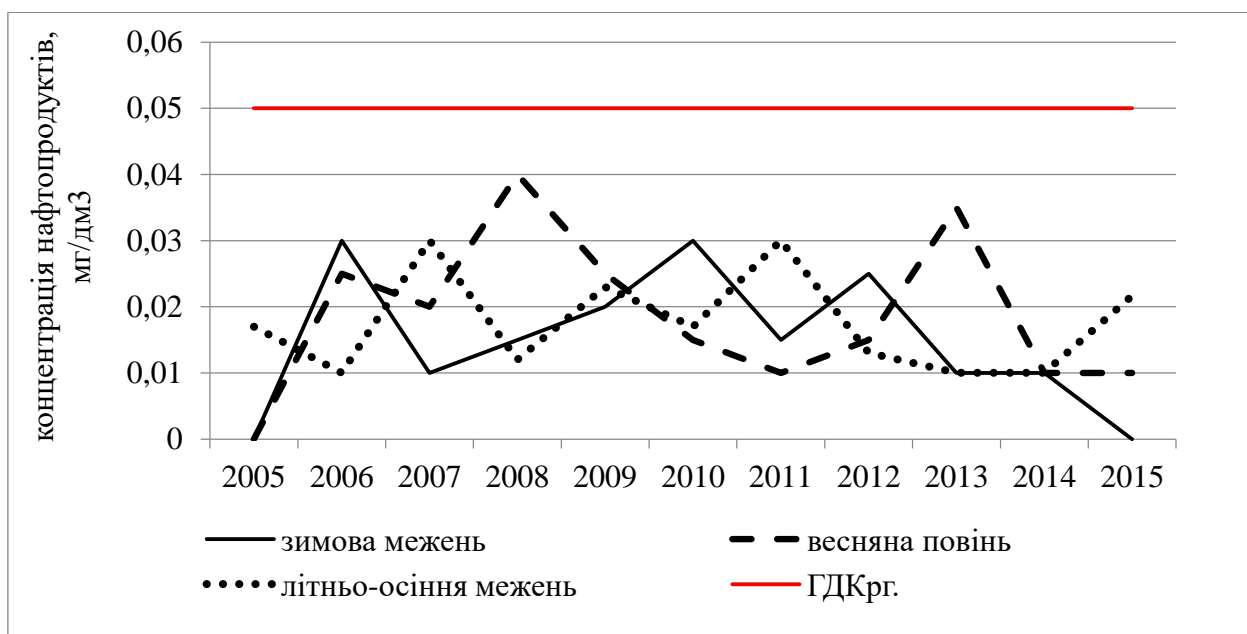


Рисунок 3.25 – Розподіл концентрацій нафтопродуктів за фазами водного режиму в межах р.Тетерів – м.Житомир

4 РИБОГОСПОДАРСЬКЕ ВИКОРИСТАННЯ РІЧКИ ТЕТЕРІВ

На основі даного розділу були написані разом з науковим керівником Романчук М.Є. стаття у фаховому виданні та тези ([8, 9] Додаток А).

Рибальство на Тетереві не має великого поширення, місцеве населення ловить рибу лише для особистого вжитку. Але тут займаються і спортивною ловлею риби. Окрім звичайних видів риб (судака, окуня, щуки, карася) у річці водяться: сом, йорж-носар, марена, синець, підуст, а також осетрові. В скальному каньйоні річки на території Житомирської області мешкають партеногенетичні вірменські ящірки, які в наукових цілях були інтродуковані в 1967 році [13].

«У басейні Тетерева знайдено 33 види, в тому числі не виявлені раніше чотири: товстолобик білий, пічкур-білопер дніпровський, ротань-головешка та кніповичія кавказька. Для додаткової системи зареєстровано 28 видів. У дослідженнях домінували гірчак європейський (34,08 %), верховодка звичайна (13,22 %) та вівсянка (12,62 %). За характером і періодом нересту переважають риби із весняно-літнім порційним нерестом (24 види). Видів з одноразовим нерестом 7.» У дослідженому басейні виявлено відносно велику кількість реофілів – за даними [1, 14] 12 видів, їх частка серед всіх досліджених риб – 12,76%. Загально-прісноводних видів виявлено 13. Лімнофільних менше - 7 видів. Однак, на початку ХХ ст. реофілів було 15 видів, в тому числі синець, клепець, чехоня і йоржносар, які в наступні періоди відмічені не були. Д. О. Белінг (1937) майже всі ці види вказує лише для нижньої ділянки Тетерева. Подальше збільшення кількості представників цієї екологічної групи відбувалося за рахунок знахідок бичків, що теж вважаються реофілами. Це свідчить про сприятливі умови саме для даної групи видів риб, оскільки досліджені ділянки річок переважно є проточними і добре аерованими. Проте русла досліджених водойм в окремих місцях перекриті греблями і, відповідно, малопроточні. За рахунок цього видове

різноманіття риб на таких ділянках, а часто в усьому річковому басейні, зменшується.

В основному руслі Тетерева виявлено 9 реофільних видів риб: ялець звичайний, головень європейський, бистрянкa руська, пічкур звичайний, пічкур-білопер дніпровський, щипавка північна, бичок-пісочник, бичок-гонець та бичокцуцик західний. Мересниця звичайна знайдена в Ірші, притоці Тетерева. Серед досліджених риб були як дорослі особини, так і молодь. В цій же водоймі виявлено слижа європейського.

Крім того, в Ірші виявлено локалітетмересниці звичайної. Для Тетерева, цей вид відомий з досліджень Белінга (1930-ті) та Полтавчука (1970-ті). Ця унікальна популяція, що збереглась з часів останнього зледеніння, може виявитись навіть окремим, новим для науки видом. Будь-яке незначне порушення гідрологічного режиму водойми призведе до її зникнення. Щодо чужорідних видів, то в місцях, де останні були виявлені, вони нечисельні, тримаються переважно ближче до берегів, де відсутня течія. Такі зміни природних біотопів, як плановане будівництво малих ГЕС на вказаних річках є вкрай небажаним для аборигенного рибного населення. Зміна річкових умов на озерні сприятиме погіршенню якості води (цвітіння, замулення дна, зниження вмісту кисню тощо), що вже спостерігається на ділянках вище гребель. У таких умовах із рибного населення випадуть аборигенні види риб, особливо реофіли, частина з яких занесена до ЧКУ та Резолюції 6. Натомість, залишаться й підвищать чисельність витриваліші чужорідні види, більшість з яких малоцінні й для рибальства.

На сьогоднішній день ці річки, особливо Ірша й Тетерів є привабливими для рибалок-любителів, зокрема нахлистовиків, спеціалізованих на реофільні види, а Тетерів – ще й для туристів-водників. Тому не можна забувати й про рекреаційну цінність цих річок, яка втратиться через зміну їх гідрорежиму при будівництві малих ГЕС.

У місцях де збудовано греблі й піднято рівень води (Харитонівка, Чоповичі), водойми стають малопроточними, вода каламутна, дно замулене.

Реофільні види риб, в тому числі й «червонокнижні» (бистрянка російська, ялець звичайний), у таких умовах зникають [1, 14].

Антропогенна діяльність негативно впливає і на структурно-функціональну організацію водоростевих угруповань планктону.

Фітопланктон є основним продуцентом первинної продукції, яка забезпечує енергетичне функціонування організмів вищих трофічних рівнів, у процесі фотосинтезу фітопланктону утворюється кисень, який є необхідним для життєдіяльності аеробних гідробіонтів і в той же час зумовлює існування такого механізму самоочищення водойм, як фотосинтетична аерація; а продукційно-деструкційні процеси визначають формування якості води. Фітопланктон є одним із найбільш інформативних угруповань для оцінки екологічного стану досліджуваної водойми, що дозволяє оцінювати вплив (чи, навпаки, його відсутність) антропогенних факторів різної природи

За чотири сезони за даними [15] було виявлено 204 (221 внутрішньовидовий таксон, включаючи номенклатурний тип виду) види водоростей планктону, що належать до восьми відділів: Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xantophyta, Chlorophyta, Cryptophyta. Найвище видове різноманіття водоростевого планктону виявлене у нижньому б'єфі Житомирського водосховища – 163 види (175 внутрішньовидових таксонів). У верхньому б'єфі водосховища визначено 157 видів (170 внутрішньовидових таксонів). Найнижче видове різноманіття було характерне для річкової ділянки Тетерева нижче м. Житомира – 130 видів (137 внутрішньовидових таксонів). Ця ділянка також характеризувалась значно нижчими порівняно з водосховищем показниками біомаси та чисельності водоростей планктонних угруповань. Пригнічення вегетації фітопланктону нижче міста, що є наслідком впливу Житомира на біоту водойми, зумовило погіршення кисневого режиму цієї ділянки ріки.

За [15] було встановлено, що в усіх досліджуваних створах максимальне видове різноманіття, чисельність та біомаса були влітку.

4.1 Методика оцінки якості води, як об'єкту рибогосподарського водокористування

Для оцінки якості води, як рибогосподарського об'єкту, більшість авторів використовують Методику екологічної оцінки якості вод [16-21], проводять розрахунок оцінки якості вод за індексом забруднення (*ІЗВ*) [22]. Вони засновані на методі зіставлення фактичних даних з відповідними нормативними характеристиками, але не враховують ефект спільної дії забруднювальних речовин. Відношення фактичної величини будь якої речовини до її гранично-допустимого значення може бути в межах нормативу, але за ефектом сумарної дії вони можуть не відповідати діючим нормативам. У відповідності з рибогосподарськими нормами ефект спільної дії мають усі речовини з однаковою *ЛОШ* (лімітуючою ознакою шкідливості).

У переліку рибогосподарських гранично-допустимих концентрацій (*ГДК_{рг.}*) речовини поділені на п'ять груп за *ЛОШ*: *санітарно-токсикологічну* (дія речовини на водні організми і санітарні показники водойми); *органолептичну* (поява плівок і піни на поверхні води, поява сторонніх присмаків і запахів у воді); *загально-санітарну* (порушення екологічних умов: зміна трофності водойм; гідрохімічних показників: кисень, *pH*; порушення самоочищення води: *БСК₅* (біохімічне споживання кисню за 5 діб), чисельність сапрофітної мікрофлори); *токсикологічну* (пряма токсична дія речовин на водні організми) та *рибогосподарську* (зміна товарної якості промислових водних організмів: поява неприємних і сторонніх присмаків і запахів).

Нами була проведена оцінка якості води р.Тетерів в межах пункту м.Житомир, з урахуванням рибогосподарських *ГДК* і ефекту сумарної дії речовин.

Оцінка якості за рибогосподарськими нормами [23, 24] виконується методом зіставлення показників якості вод з їх нормативами значеннями:

якщо показники не мають ефекту сумарної дії, то значення кожного показника (C_i) повинно бути не більше за норматив ($ГДК_i$)

$$C_i \leq ГДК_i ; \quad (4.1)$$

Якщо m показників мають ефект сумарної дії, то необхідно, щоб сума значень цих показників в частках від $ГДК$ (ψ) була не більше за одиницю

$$\psi = \sum_{i=1}^m (C_i / ГДК_i) \quad (4.2)$$

де m – кількість речовин з однаковою ЛОШ;

C_i – концентрація i -тої речовини.

В даному розділі роботи розглядались показники якості вод, які не мають ефекту сумарної дії (розчинений кисень, водневий показник pH , біохімічне споживання кисню за 5 діб ($БСК_5$)), а також ті, що входять до *санітарно-токсикологічної* (азот нітратний, сульфати, хлориди, кальцій, магній), *токсикологічної* (азот амонійний, азот нітритний, залізо загальне, манган, цинк), *рибогосподарської групи* (феноли та нафтопродукти) *ЛОШ*.

4.2 Оцінка якості вод р.Тетерів – м.Житомир як об'єкту рибогосподарського водокористування

Для більш повного розуміння методу, що був використаний в роботі, для прикладу, в табл.4.1 наведено співставлення показників якості води з нормативами в створі р.Тетерів – м.Житомир за 2015 рік. Перша група, до якої належать концентрація розчиненого кисню, біохімічне споживання кисню за п'ять діб ($БСК_5$) та водневий показник (pH), за [23] можна віднести до компонентів *загально-санітарних показників*, вони не мають ефекту спільної дії.

Для розчиненого кисню розраховується відношення не значення показника до $ГДК$, а навпаки – відношення $ГДК$ до фактичного значення кисню. З табл.4.1 видно, що воно дорівнює 0,55. Відношення нормативу $БСК_5$ до фактичного значення менше за одиницю (0,87) та показник pH знаходиться в межах норми.

Таблиця 4.1 -. Класифікація показників за лімітуючими ознаками шкідливості р.Тетерів по створу м.Житомир за 2015 рік

ЛОШ	Показник	Значення	$ГДК_i$	$C_i / ГДК_i$
-	Розчинений O_2 , мг/дм ³	11	6	0,55
-	$БСК_5$, мг/дм ³	2,62	3	0,87
-	pH	8,17	6,5-8,5	норма
Токсикологічна	Азот амонійний мг/дм ³	0,38	0,39	0,97
	Азот нітритний, мг/дм ³	0,013	0,02	0,65
	Залізо загальне, мг/дм ³	0,06	0,1	0,6
	Манган, мкг/дм ³	0,0335	0,01	3,35
	Цинк, мг/дм ³	0,0095	0,01	0,95
	Хром, мг/дм ³	0,0073	0,001	7,3
				$\Sigma=13,82$
Санітарно-токсикологічна	Азот нітратний, мг/дм ³	0,13	9,1	0,014
	Сульфати, мг/дм ³	16,8	100	0,168
	Хлориди, мг/дм ³	26,8	300	0,089
	Кальцій, мг/дм ³	51,2	180	0,28
	Магній, мг/дм ³	15,7	40	0,39
				$\Sigma=0,94$
Рибо-господарськ	Феноли, мг/дм ³	0,0004	0,001	0,4
	Нафтопродукти, мг/дм ³	0,02	0,05	0,4
				$\Sigma=0,80$

До речовин токсикологічної групи ЛОШ відносяться: азот амонійний, азот нітритний, залізо загальне, манган, цинк та хром. В 2015 році відношення $C_i / ГДК_i$ за вмістом мангану перевищує норматив у 3,35 рази, за вмістом шестивалентного хрому – у 7,3 разів. Відношення гранично-допустимих концентрацій до визначених показників азоту амонійного та цинку, наближуються до одиниці. Сума концентрацій речовин даної групи ЛОШ в частках від $ГДК_{рг}$. (13,82) не відповідає вимогам формули 4.2.

Концентрації речовин, що належать до групи *санітарно-токсикологічної лімітуючої ознаки шкідливості* (азот нітратний, сульфати, хлориди, кальцій, магній), були значно нижче за відповідні рибогосподарські нормативи. За сумою концентрацій речовин значення цього блоку (0,94) відповідає умовам, що застосовуються для об'єктів рибогосподарського водокористування.

За *рибогосподарською ЛОШ*, до якої відносяться феноли та нафтопродукти, якість води річки Тетерів – м.Житомир відповідала вимогам формули 4.2 та дорівнювала 0,8.

Таким же чином були оброблені вихідні дані і за весь період спостереження 2005-2015 рр. На основі отриманих результатів, була складена табл.4.2, в якій надається загальна характеристика якості води для об'єктів рибогосподарського водокористування за лімітуючою ознакою шкідливості (*ЛОШ*) в межах створу м.Житомир.

Таблиця 4.2 - Класифікація показників за лімітуючими ознаками шкідливості р.Тетерів по створу м.Житомир за 2005-2015 рр.

ЛОШ	роки										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
токсикол	26,0	24,9	12,0	15,0	18,3	18,3	15,6	12,7	17,3	15,0	13,8
саніт-токс	0,96	1,25	2,16	1,23	1,33	1,21	1,22	1,04	0,95	0,82	0,94
рибогосп.	1,24	1,68	1,72	3,74	3,36	1,44	1,78	2,88	1,20	1,20	0,80

З *еколого-санітарних* показників за вмістом розчиненого кисню та *БСК₅* жодного разу на протязі періоду спостереження не було перевищення відповідних нормативів. Відношення фактичного значення розчиненого кисню до *ГДК_{рг}* змінювалось від 0,47 (2010 р.) до 0,61 (2005 р.). За біохімічним споживанням кисню показник $C_i / ГДК_i$ змінювався в межах: 0,63 (2007 р.) ÷ 0,95 (2013 р.). Значення *pH* за період дослідження завжди знаходилось в межах норми і коливалось від 7,52 у 2012 році до 8,17 у 2015 році.

Сума концентрацій речовин *токсикологічної групи ЛОШ* в частках від *ГДК_{рг}* змінювалась від 12,0 (2007 р.) до 26,0 (2005 р.) (табл.4.2). Графіки зміни речовин, які негативно впливають на якість води р.Тетерів – м.Житомир і відносяться до даної *ЛОШ*, наведені на рис. 4.1-4.6.

Концентрації азоту амонійного коливались від 0,32 мг/дм³ (2007 р.) до 0,71 мг/дм³ у 2006 та 2010 рр, що у 1,82 рази вище за норматив (*ГДК_{рг}* = 0,39мг/дм³) (рис.4.1). В цілому, за період дослідження спостерігається зменшення концентрації азоту амонійного у часі.

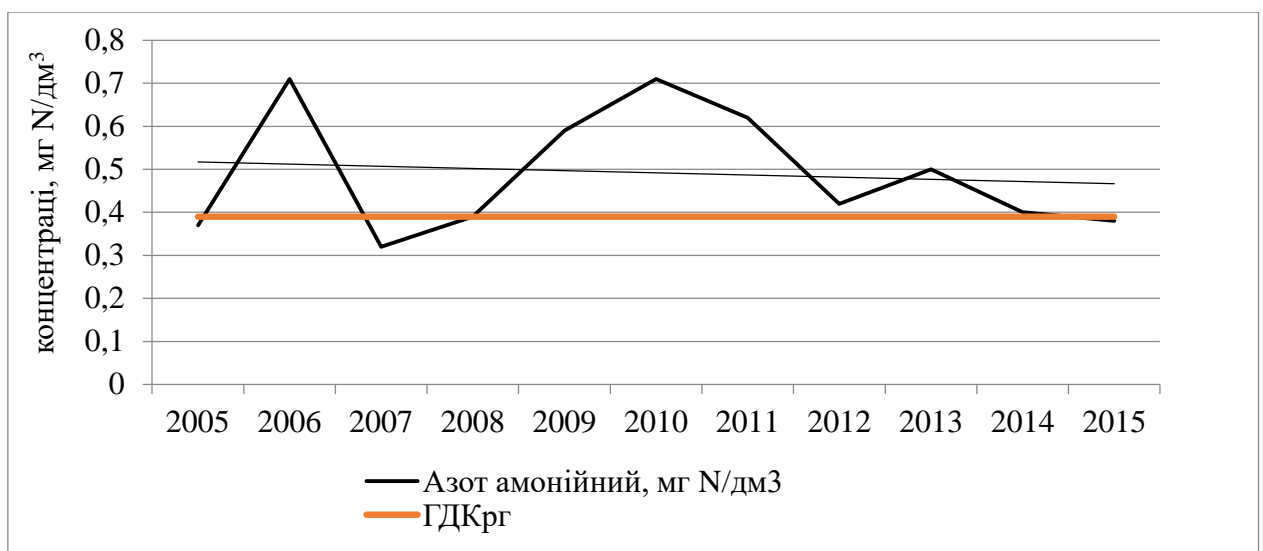


Рисунок 4.1 - Зміна у часі азоту амонійного в межах р.Тетерів – м.Житомир

На рис. 4.2 наведена зміна у часі середньорічних значень азоту нітритного.

Можна бачити, що перевищення рибогосподарського нормативу (0,02мг/дм³) спостерігалось лише в 2006, 2010 та 2013 рр. і відповідно склало 1,4; 1,6 та 1,05*ГДК_{рг}*. Це становить 27,3% від загальної кількості спостережень. За лінією тренду можна спостерігати незначне збільшення концентрацій азоту нітритного за період 2005-2015 рр.

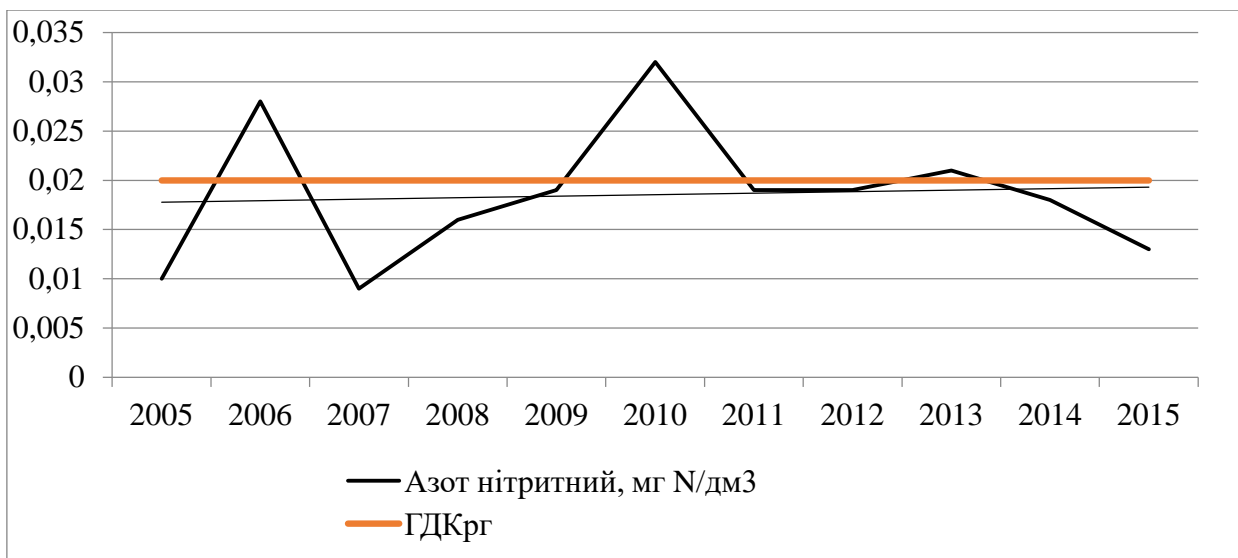


Рисунок 4.2 - Зміна у часі азоту нітритного в межах р.Тетерів – м.Житомир

За вмістом заліза загального в межах пункту р.Тетерів – м.Житомир спостерігається суттєве зменшення середньорічних концентрацій за період дослідження (рис.4.3).

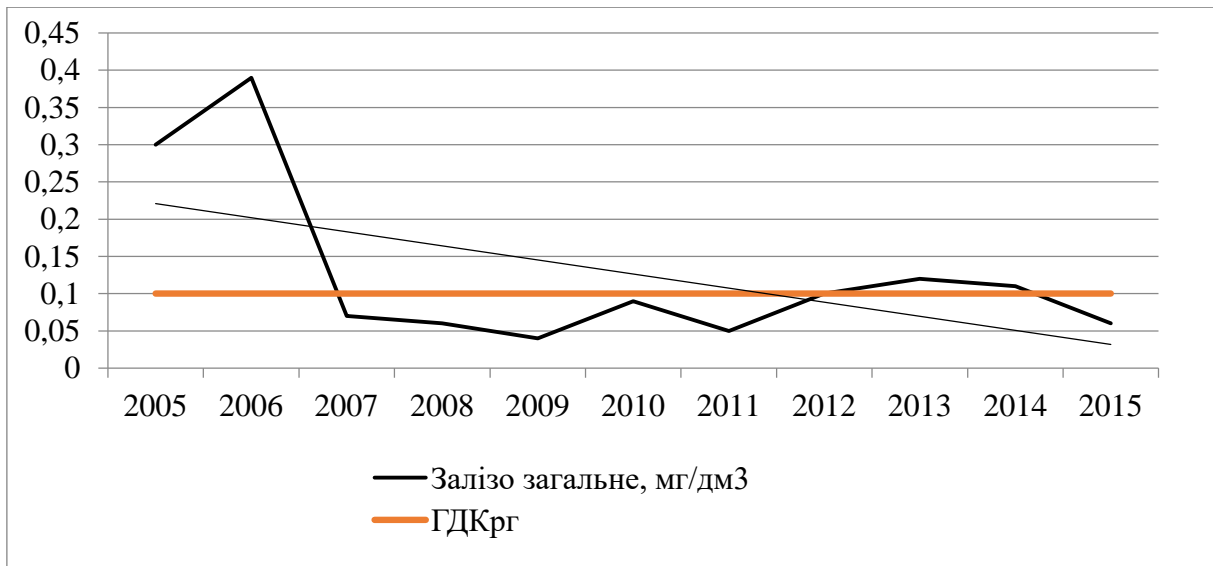


Рисунок 4.3 - Зміна у часі концентрацій заліза загального в межах р.Тетерів – м.Житомир

Найбільші показники відзначались в 2005 та 2006 роках і дорівнювали відповідно 3 та 3,9 ГДКрг. З 2007 до 2011 року включно значення заліза загального були нижчими за норматив; у 2012 році – дорівнювали йому; у

2013 та 2014 рр. склали 1,2 та 1,1ГДК_{рг}.; у 2015 р. знов знизились. В цілому, за весь період спостереження перевищення рибогосподарських ГДК спостерігалось у 36,4 % випадків.

Зменшення концентрації у часі відзначалось і за вмістом мангану (рис.4.4), але значення були вищими за нормативне на протязі всього періоду спостереження. Як видно, концентрації мангану коливались в межах від 17мкг/дм³ (2007 р.) до 88 мкг/дм³ (2005 р.) при ГДК_{рг}=10 мкг/дм³.

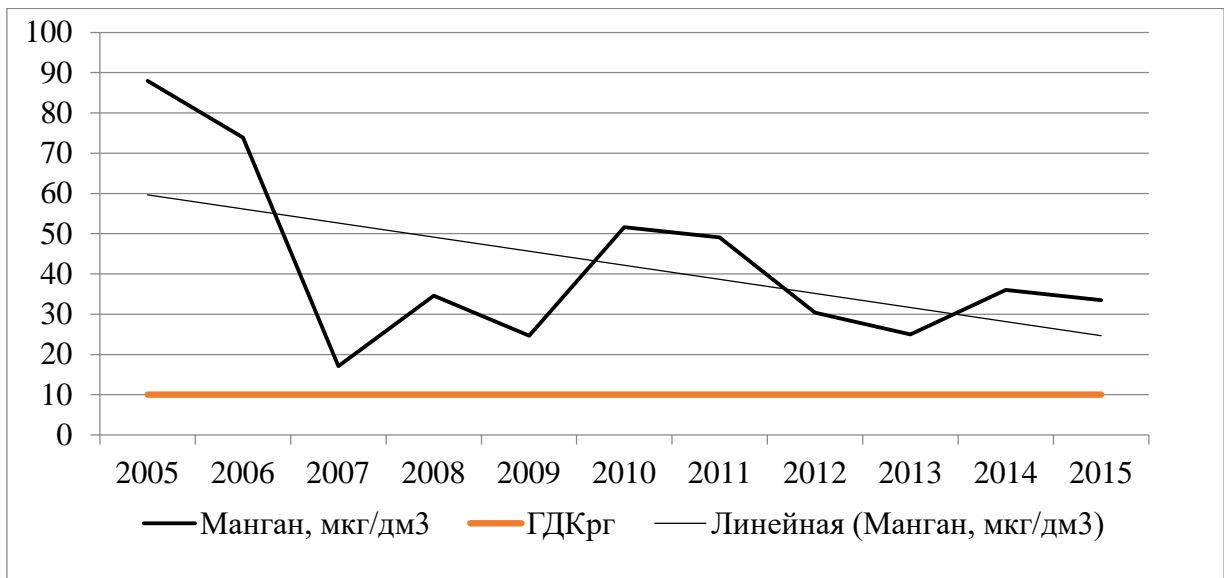


Рисунок 4.4 - Зміна у часі концентрацій мангану в межах р.Тетерів – м.Житомир

Зміна середньорічних концентрацій цинку приведена на рис.4.5. Тільки в 2015 році цей показник був меншим за ГДК_{рг}. (10 мкг/дм³) і дорівнював 9,5мкг/дм³. Але слід відзначити значне зменшення цинку в межах р.Тетерів – м.Житомир за період спостереження. Найбільші значення були в 2005 році, коли середньорічна концентрація перевищувала норматив в 4,5 разів.

Середні річні концентрації шестивалентного хрому коливались від 4,97мкг/дм³ (2012 р.) до 10,6 мкг/дм³ (2009 р.) (ГДК_{рг}. = 1,0 мкг/дм³), що представлено на рис.4.6. Перевищення нормативу за вмістом хрому спостерігались у 100% випадків на протязі розрахункового періоду.

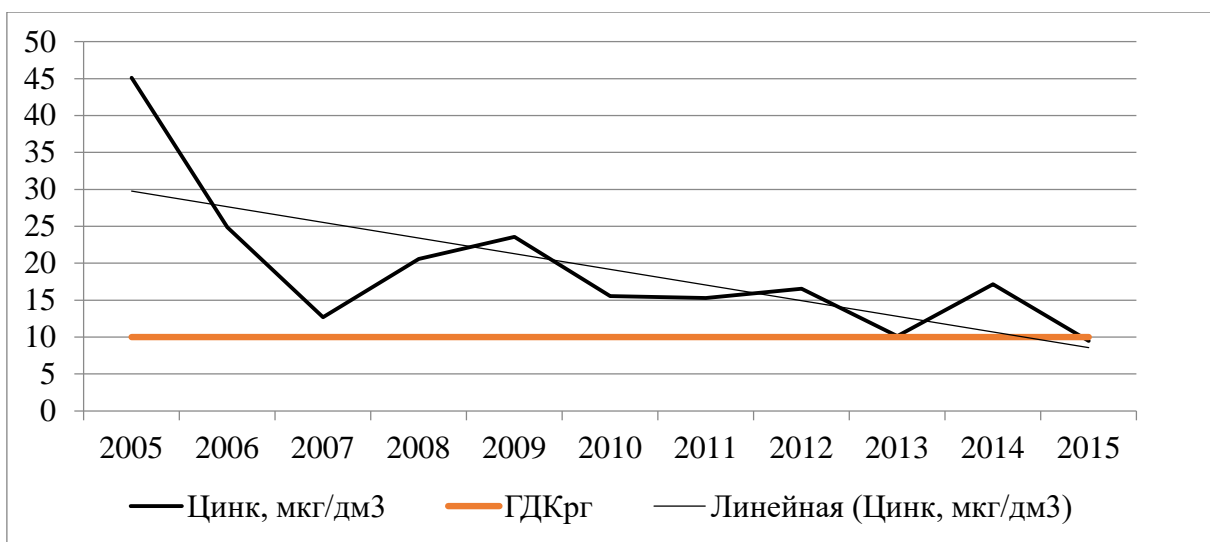


Рисунок 4.5 - Зміна у часі концентрацій цинку в межах р.Тетерів – м.Житомир

Найкраща якість води спостерігалась за вмістом речовин, що належали до *санітарно-токсикологічної групи ЛОШ* (азот нітратний, сульфати, хлориди, кальцій, магній). Графіки зміни концентрацій по них не наведені, оскільки не було перевищень відповідних нормативів. Відношення концентрацій азоту нітратного до *ГДКрг.* змінювалось в межах 0,007 (2014 р.) – 0,037 (2009 р.); сульфатів в межах 0,13 (2014 р.) – 0,47 (2009р.); хлоридів в межах 0,06 (2005 р.) - 0,13 (2011 р.); кальцію в межах 0,26 (2005, 2013 рр.) - 0,36 (2007 р.); магнію в межах 0,25 (2007 р.) - 0,47 (2011 р.). За сумою концентрацій речовин даної групи *ЛОШ* в частках від *ГДКрг.*, значення коливалась від 0,82 (2014р.) до 2,16 (2007 р.). З табл. 4.2 видно, що сума показників цього блоку відповідала вітчизняним нормативам (формула 2.2) тільки в 2005, 2013, 2014 та 2015 рр.

З речовин *рибогосподарської групи ЛОШ* перевищень нормативу не спостерігалось жодного разу за вмістом нафтопродуктів на протязі 2005-2015 років. Зміна у часі концентрацій фенолів, що перевищували *ГДКрг.*, представлена на рис. 4.7.

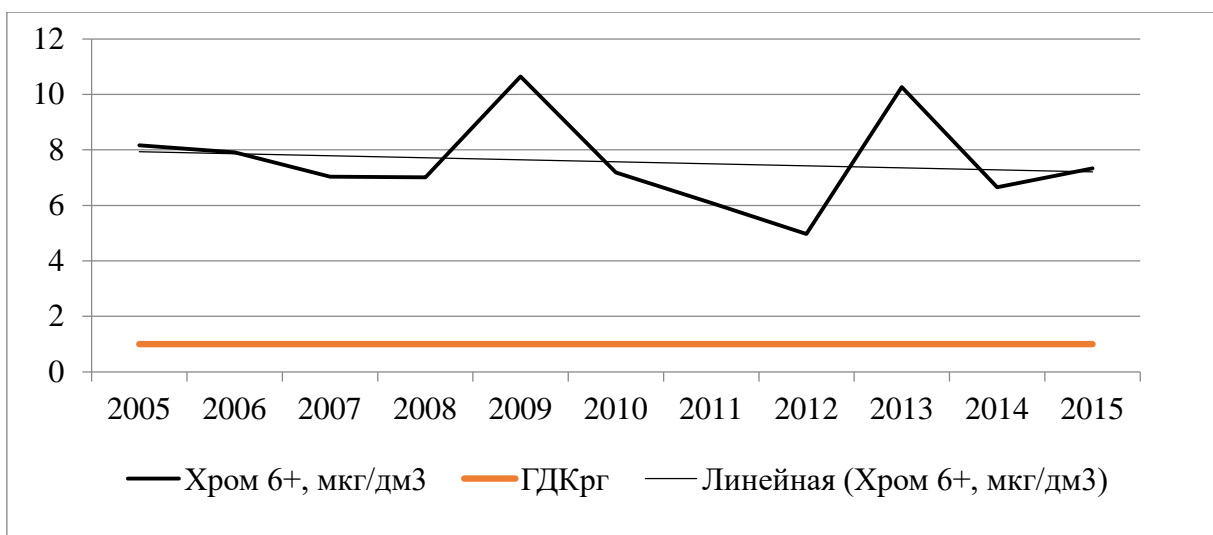


Рисунок 4.6 - Зміна у часі концентрацій шестивалентного хрому в межах р.Тетерів – м.Житомир

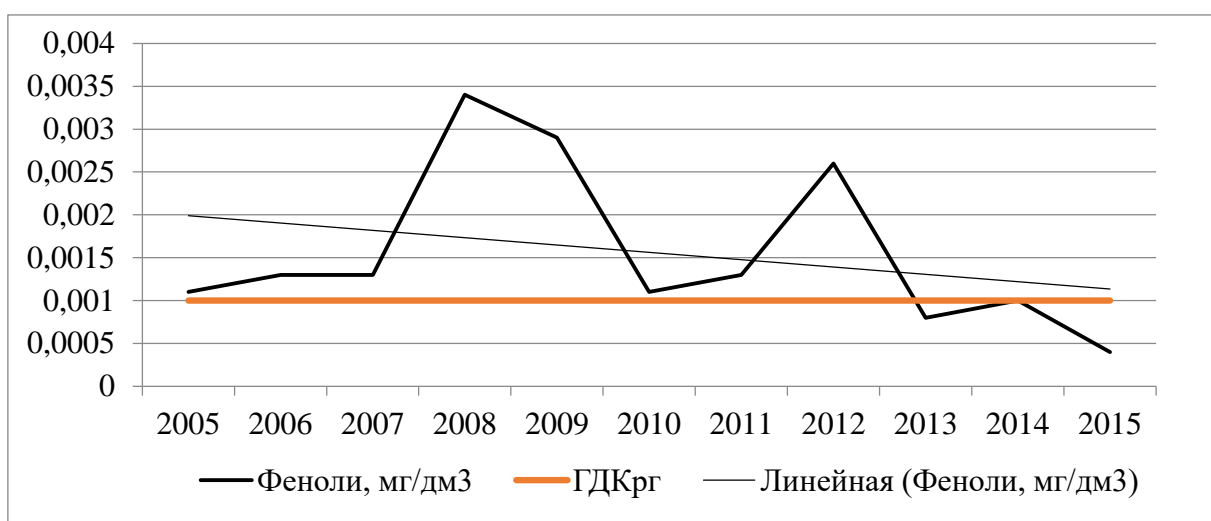


Рисунок 4.7 - Зміна у часі концентрацій фенолів в межах р.Тетерів – м.Житомир

Нижче лінії *ГДКрг.* ($1,0 \text{ мкг/дм}^3$) середньорічна концентрація фенолів була тільки в 2013 та 2015 роках ($0,8$ та $0,4 \text{ мкг/дм}^3$), а в 2014 році – дорівнювала нормативу. Загалом, перевищення гранично-допустимої концентрації спостерігалось у $72,7 \%$ випадків за період дослідження. За лінією тренду відзначалось зменшення вмісту фенолів з часом.

Сума концентрацій речовин *рибогосподарської групи ЛОШ* в частках від *ГДКрг.* змінювалась від $0,80$ (2015 р.) до $3,74$ (2008 р.) (табл.4.2).

5 АНАЛІЗ ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ ТЕТЕРІВ, ЯК ДЖЕРЕЛА ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

5.1 Загальна характеристика джерела питного водопостачання м.Житомир

Джерелом господарсько-питного водопостачання Житомира є водозабір «Відсічне» (р.Тетерів). Це єдине джерело водопостачання в місті. Для накопичення запасу води та для регулювання рівня води у водозаборі існує водосховище «Дениші».

Система водопостачання включає в себе підйом, водопідготовку і транспортування питної води споживачам. Якість питної води повинна відповідати вимогам ДсанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [25]. Питна вода відпускається для потреб населення, комунально-побутових підприємств, міського господарства, господарсько-питних потреб промислових підприємств і на гасіння пожеж.

Очищення і підготовка питної води в кількості 75 тис. м³ на добу здійснюється на спорудах, розташованих на станціях I і II підйомів з послідовним транспортуванням споживачам через розподільчу водопровідну систему міста за допомогою чотирьох насосних станцій III підйому, та малих підвищувальних насосних станцій.

Попереднє очищення води починається вже на майданчику I підйому і складається з водоприймальних споруд: приймальний оголовок з рибозахисним пристроєм, водоприймальні лінії, береговий водоприймальний колодязь з сітками. Машинний зал, який подає воду на високошвидкісні фільтри, де очищення проходить через пакет сіток в 50 мкн. Далі вода хлорується і по водоводах сиріє води d-1200 мм і d-600 мм поступає на очисні споруди другого підйому, куди, власне, нам і вдалося потрапити.

Очищують воду за двома технологіями.

Перша технологія водопідготовки працює з 1965 року. Це класична схема: змішувачі, відстійники, фільтри. Ця технологія називається двоступенева. У змішувачі «вихревого» типу в «сиру» воду подаються реагенти: гіпохлорит, коагулянт, флокулянт: гіпохлорит для знезараження, коагулянт та флокулянт - для очищення води. При цьому дрібні, завислі частини, що містяться у воді під дією коагулянтів і флокулянтів, утворюють пластівці, які випадають в осад у горизонтальних відстійниках. Час проходження (відстоювання) води у відстійнику - 2 год. Після чого, вода йде на блок фільтрів, які завантажені фільтруючим матеріалом «Цеолітом». Відфільтрована чиста вода ще раз хлорується і надходить у резервуар чистої води.

Друга технологія водопідготовки побудована і працює з 1982 року. Це одноступенева технологія. Можна сказати, що це не дуже вдалий проект. Водопідготовка не має відстійників, а тільки контактні освітлювачі. Для освітлення води коагулянт подається безпосередньо в контактний освітлювач, який завантажений кварцовим піском. При великій каламутності такі очисні споруди з очищенням води не справляються. Все таки мають бути відстійники з вільним об'ємом, де основне забруднення води за допомогою реагентів піде в осад.

Але після реконструкції блоку контактних освітлювачів у технологію було включено швидкі фільтри як додатковий етап фільтрації. Дані фільтри завантажили цеолітом. Цеоліт - це не тільки фільтруючий матеріал, а й сорбент, який накопичує шкідливі сполуки: марганець, радіонукліди та інше. Висота фільтруючого матеріалу 1,80 м. Після другого етапу фільтрації вода повторно хлорується і надходить у резервуар чистої води.

Якість води постійно контролюється як у водосховищі «Відсічне», так і на всіх етапах очищення за 45-ма показниками.

Дози реагентів та їх витрати залежать від якості вихідної води, отриманої з водосховища «Відсічне», яка змінюється від пори року, погоди,

температури води та підбираються методом пробного хлорування, коагулювання.

Вода після очистки

Знезараження води - самий основний етап очищення, який гарантує безпеку населення від -епідемій. Контроль за хлоруванням ведеться щогодини. Хлорування має декілька точок вводу. Реагенти: хлор і гіпохлорит. Крім того, дотримуємося графіка санітарно-профілактичних заходів: промивка та дезінфекція резервуарів чистої води та мережі водопроводу, які проводяться не менше як два рази на рік. Графік затверджується Держпродспоживслужбою.

Питну воду у мережу водопроводу подають насоси, встановлені в машинній залі.

Коли було спроектовано і побудовано очисні споруди, водосховище «Відсічне» за показниками якості води належало до джерела водопостачання І класу. Та вже більше десяти років джерело за деякими показниками (гідробіології, каламутності, марганцю, запаху, присмаку) належить до 3-4 класу. Тому постало питання щодо проектування та будівництва нових споруд, які справлялись би з очищенням вихідної води такої низької якості. На сьогодні вже є проект з новою технологією, яка буде відповідати таким вимогам: технологічна, якісна, екологічна, економічна. Будівництво має розпочатись у 2018 році [26].

5.2 Загальні положення по визначенню класу якості вод р.Тетерів – м.Житомир за 2005-2015 рр.. (згідно з ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги до якості води і правила вибору»)

Оцінка показників якості води р.Тетерів виконана відповідно до ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги до якості води і правила вибору» [27].

В цьому нормативному документі наводиться класифікація якості *поверхневих вод України* – джерел централізованого питного водопостачання за гігієнічними критеріями, яка охоплює 80 показників, які застосовують для оцінювання якості питної води згідно з санітарним законодавством і має сім окремих груп (блоків):

I група – 4 органолептичних показники;

II група – 17 загально-санітарних показників хімічного складу води;

III група – 6 гідробіологічних показників;

IV група - 6 мікробіологічних показників;

V група – 2 паразитологічних показники;

VI група – 9 показників радіаційної безпеки;

VII група – 36 пріоритетних токсикологічних показників хімічного складу води (з них: 25 – неорганічних та 11 – органічних компонентів).

Нами була проведена оцінка якості поверхневих вод – джерел централізованого питного водопостачання за гігієнічними 19 показниками, які застосовують для оцінювання якості питної води згідно з санітарним законодавством.

Гідрохімічні показники оцінювались по 3-х окремих групах (блоках): I група – органолептичні показники (каламутність; кольоровість); II група – загально-санітарні показники хімічного складу води (сухий залишок, сульфати, хлориди, магній, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, біхроматна окислюваність); VII група – 8 пріоритетних токсикологічних показників хімічного складу води (з них: 5 – неорганічних (мідь, цинк, залізо загальне, марганець, шестивалентний хром) та 3 – органічних компоненти (нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини, феноли)).

Розробники ДСТУ 4808 пропонують такий порядок оцінювання якості води у поверхневих джерелах централізованого питного водопостачання за *гігієнічними показниками*:

1. Кількісною основою оцінювання якості води у джерелах централізованого питного водопостачання є класифікації якості поверхневих

і підземних вод за гігієнічними показниками.

2. Оцінювання якості води у поверхневих джерелах залежно від її конкретної призначеності можна виконувати, зважаючи на три методичні підходи:

а) за значеннями окремих показників;

б) за значеннями інтегральних блокових індексів (без урахування загального рівня хронічної токсичності води, який визначають у виняткових випадках);

в) за значеннями інтегрального комплексного індексу.

3. Оцінювання (орієнтовне) якості води у поверхневих джерелах централізованого питного водопостачання за значеннями окремих показників виконують тоді, коли необхідно одержати попереднє уявлення щодо якості води у місцях водозабору в будь-який час. Таке уявлення можна отримати на підставі аналізування кількісних характеристик деяких найпріоритетніших показників якості води, які чітко демонструють благополучний або неблагополучний стан джерел питного водопостачання і перелік яких встановлюють виходячи із конкретної санітарної ситуації та екологічного стану на території зон санітарної охорони.

4. Оцінювання якості води в поверхневих джерелах за величинами інтегральних блокових індексів (грунтовне) виконують задля переконливих і відповідальних висновків і рішень щодо якості води в цих джерелах на підставі арифметичного оброблення емпіричних величин усіх (повне оцінювання) або кількох (неповне оцінювання) показників I, II, III, IV, V, VI і VII груп.

Вихідні дані щодо якості води за окремими показниками об'єднують у межах груп I – VII. Вихідні дані (вибірki) у відповідних групах піддають певному обробленню: обчислюють середні та найгірші значення. Вони характеризують межі діапазону мінливості величин кожного з показників якості води у реальних умовах виконання і аналізування результатів спостережень.

- На етапі визначання класів якості води за окремими показниками відбувається зіставлення середніх і найгірших значень з критеріями класифікацій якості води та визначання класів якості води за окремими показниками у межах відповідних груп показників.

Етап узагальнення оцінювання якості води за окремими показниками з визначанням інтегрального показника виконують лише на основі аналізування і обчислювання величин у межах окремих груп показників. Це узагальнення полягає у визначанні середніх і найгірших значень для семи групових індексів якості води ($I_{I\text{сєр.}}$ та $I_{I\text{нг.}}$ $I_{V\text{Iсєр.}}$ та $I_{V\text{Iнг.}}$).

Середні значення блокових індексів якості води визначають обчисленням середньоарифметичного значення середніх величин усіх наявних показників у межах кожної групи показників не за абсолютними, а за відносними значеннями, вираженими номерами класів (1 – 4). Найгірші значення групових індексів якості води визначають за найгіршими величинами (з найбільшим номером класів) серед інших значень показників даної групи. Маючи середні й найгірші значення групових індексів якості води, визначають їх приналежність до певного класу якості води за допомогою табл.5.1 [27].

Величини блокових індексів якості води у поверхневих і підземних джерелах питного водопостачання можуть бути виражені як цілими, так і дробовими числами.

Значення узагальненого інтегрального індексу якості води визначають за формулою:

$$I_{\text{интегр.}} = \frac{I_I + I_{II} + I_{III} + I_{IV} + I_V + I_{VI} + I_{VII}}{7}, \quad (5.1)$$

де $I_I - I_{VII}$ – величини групових індексів, виражених у класах;

7 – кількість групових індексів [27].

Таблиця 5.1 - Схема визначання класів і підкласів якості води у поверхневих водних об'єктах – джерелах централізованого питного водопостачання [27]

Позначення класів якості води	Середні значення блокових індексів якості води	Позначення відповідних підкласів якості води	Характеристика класів і підкласів якості води
1	1,00 – 1,25	1	«Відмінна», дуже чиста вода
	1,26 – 1,50	1(2)	«Відмінна», дуже чиста вода з ухилом до класу «доброї», чистої води бажаної якості
2	1,51 – 1,75	1 – 2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої
	1,76 – 1,99	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої
	2,00 – 2,25	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
	2,26 – 2,50	2(3)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості
3	2,51 – 2,75	2 – 3	Вода, перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабо забрудненої
	2,76 – 2,99	3(2)	«Задовільна», слабо забруднена вода з ухилом до класу «доброї», чистої
	3,00 – 3,25	3	«Задовільна», слабо забруднена вода прийнятної якості
	3,26 – 3,50	3(4)	«Задовільна», слабо забруднена вода з ухилом до класу «обмежено придатної» небажаної якості
4	3,51 – 3,75	3 – 4	Вода, перехідна за якістю від «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості до «обмежено придатної» небажаної якості
	3,76 – 3,99	4(3)	«Обмежено придатна» небажаної якості з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої води, прийнятної якості
	4,00	4	«Посередня», «обмежено придатна» небажаної якості

5.3 Оцінка якості вод р. Тетерів- м.Житомир, як об'єкту питного водопостачання (2005-2015рр.)

Оцінка якості вод р.Тетерів- м.Житомир за 2005-2015рр. проводилася за методикою згідно з ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги до якості води і правила вибору» (див. п 5.1.) шляхом визначення індексів класів та підкласів цих показників.

Приклад розрахунку величин індексу гідрохімічних показників 3-х окремих груп (блоків): I група – органолептичні показники (два показники); II група – загально-санітарні показники хімічного складу води (дев'ять показників); VII група – 8 пріоритетних токсикологічних показників хімічного складу води (з них: 5 – неорганічних та 3 – органічних компоненти), наведений у табл.5.2.

Таблиця 5.2 – Приклад обчислення величин індексу за гігієнічними показниками (неповне оцінювання якості поверхневих вод)

Водний об'єкт – р. Тетерів- м.Житомир; Період спостережень: 2010 р.

2010р.			
I. Органолептичні показники ¹⁾			
Каламутність	мг/дм ³	5,4-1; 3,6-1; 9,8-1; 3,0-1 23,2-2 ; 12,2-1; 14,6-1	$\Sigma=8, n=7,$ $\bar{x}=1,14$ [1]
Кольоровість	за Р-С шкалою град	26-2; 19-1; 20-2; 24-2 ; 23-2; 19-1; 21-2	$\Sigma=12, n=7,$ $\bar{x}=1,71$ [1-2]
Підсумкові розрахунки: $\Sigma x_{\text{сеп.}} = 20; n = 14; \bar{x} = 1,43. \Sigma x_{\text{нт.}} = 4; n = 2; \bar{x} = 2$			
II. Загально-санітарні хімічні показники			
Сухий залишок (мінералізація)	мг/дм ³	516-2 ; 240-1; 450-2; 315-1; 384-1; 314-1; 407-2	$\Sigma=10, n=7,$ $\bar{x}=1,43$ [1(2)]
Сульфати ¹⁾	мг/дм ³	44,3-2; 26,9-1; 46,3-2 ; 9,7-1; 34,7-1; 29-1; 36,3-1	$\Sigma=9, n=7,$ $\bar{x}=1,29$ [1(2)]
Хлориди ¹⁾	мг/дм ³	48,1-2 ; 14,8-1; 34,7-2; 21,4-1; 40,4-2; 22,9-1; 46,5-2	$\Sigma=11, n=7,$ $\bar{x}=1,57$ [1-2]
Магній	мг/дм ³	30,6-3 ; 12,2-2; 19-2; 11,7-2; 20,9-2; 11,7-2; 15,6-2	$\Sigma=15, n=7,$ $\bar{x}=2,14$ [2]
Азот амонійний ¹⁾	мгN/дм ³	0,44-3; 0,54-3; 1,09-4; 0,38-3; 2,03-4 ; 0,24-2; 0,27-2	$\Sigma=21, n=7,$ $\bar{x}=3$ [3]

Азот нітритний ¹⁾	мгN/дм ³	0,011-2; 0,015-3; 0,032-3; 0,017-3; 0,112-4 ; 0,016-3; 0,022-3	$\Sigma=21, n=7,$ $\bar{x}=3$ [3]
Азот нітратний ¹⁾	мгN/дм ³	0,13-1; 0,1-1; 0,25-2 ; 0,13-1; 0,17-1; 0,11-1; 0,15-1	$\Sigma=8, n=7,$ $\bar{x}=1,14$ [1]
Біхром. окислюваність	мг O ₂ /дм ³	45,6-4 ; 41,6-4; 40,3-4; 39,5-3; 36-3; 34,4-3; 24-2	$\Sigma=23, n=7,$ $\bar{x}=3,29$ [3(4)]
Кисень	мг O ₂ /дм ³	12,8-1; 14,4-1; 13,8-1; 11,5-1; 12,8-1; 10,9-1 ; 13,4-1	$\Sigma=7, n=7,$ $\bar{x}=1$ [1]
Підсумкові розрахунки: $\Sigma x_{\text{сєр.}} = 125; n = 63; \bar{x} = 1,98. \Sigma x_{\text{нг.}} = 25; n = 9; \bar{x} = 2,78$			
VII. Токсикологічні показники хімічного складу води (пріоритетні⁵⁾)			
Неорганічні			
Мідь	мкг/дм ³	3,2-2; 1,2-2; 2,8-2; 3,6-2 ; 0,4-1; 2,4-2; 1,2-2	$\Sigma=13, n=7,$ $\bar{x}=1,86$ [2(1)]
Цинк	мкг/дм ³	17-2; 18-2 ; 12-2; 11-2; 15-2; 18-2; 18-2	$\Sigma=14, n=7,$ $\bar{x}=2$ [2]
Залізо загальне	мкг/дм ³	40-1; 50-2; 80-2; 140-3; 50-2; 120-3; 160-3	$\Sigma=16, n=7,$ $\bar{x}=2,29$ [2(3)]
Марганець	мкг/дм ³	7-1; 106-3 ; 48-2; 67-2; 12-2; 36-2; 85-2	$\Sigma=14, n=7,$ $\bar{x}=2$ [2]
Хром (VI)	мкг/дм ³	15,2-3 ; 4,4-2; 3-1; 3,3-1; 10-2; 9,6-2; 4,8-2	$\Sigma=13, n=7,$ $\bar{x}=1,86$ [2(1)]
Органічні			
Нафтопродукти (загальні, вуглеводні) ¹⁾	мкг/дм ³	10-2; 30-2 ; 10-2; 10-2; 30-2 ; 2-2; 10-2	$\Sigma=14, n=7,$ $\bar{x}=2$ [2]
Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)	мкг/дм ³	30-2; 10-2; 0-1; 0-1; 0-1; 0-1; 0-1; 40-2	$\Sigma=11, n=7,$ $\bar{x}=1,57$ [1-2]
Феноли	мкг/дм ³	2-2 ; 0-1; 0-1; 2-2 ; 0-1; 2-2; 2-2	$\Sigma=11, n=7,$ $\bar{x}=1,57$ [1-2]
Підсумкові розрахунки: $\Sigma x_{\text{сєр.}} = 106; n = 56; \bar{x} = 1,89. \Sigma x_{\text{нг.}} = 19; n = 8; \bar{x} = 2,38$			

Розрахунки величин індексів гідрохімічних показників за весь період дослідження наведені у Додатках.

Отримавши середні й найгірші значення групових індексів якості води, була визначена їх приналежність до певного класу якості води, шляхом розрахунку інтегрального індексу ($I_{\text{інтерг.}}$) за формулою (5.1) і віднесення його до певного класу та підкласу згідно табл.5.1.

Данні по середніх значеннях зведенні у табл.5.3.

З показників органолептичної групи були досліджені каламутність та кольоровість.

З табл.5.3 видно, що за органолептичними показниками, до першого класу якості відноситься 81,8% від загальної кількості спостережень (9 з 11) та 18,2% - до другого класу якості (підклас 1-2, що відповідає «вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої»). За підкласами першої групи 36,4% відповідають 1-ому підкласу («відмінна», дуже чиста вода), 45,4%- підкласу 1(2) («відмінна», дуже чиста вода з ухилом до класу «доброї», чистої води бажаної якості).

Таблиця 5.3 - Індекси за гігієнічними хімічними показниками та класи і підкласи якості води у відповідності з ними (середні значення)

№ п/п	Рік	Індекси за гігієнічними хімічними показниками				Клас якості води				Позначення відповідних підкласів якості води			
		I _I	I _{II}	I _{VII}	I _{інтегр.}	I _I	I _{II}	I _{VII}	I _{інтегр.}	I _I	I _{II}	I _{VII}	I _{інтегр.}
1	2005	1,58	1,83	1,91	1,77	2	2	2	2	1-2	2(1)	2(1)	2(1)
2	2006	1,25	1,89	1,91	1,68	1	2	2	2	1	2(1)	2(1)	1-2
3	2007	1,14	1,78	1,64	1,52	1	2	2	2	1	2(1)	1-2	1-2
4	2008	1,43	1,83	1,75	1,67	1	2	2	2	1(2)	2(1)	1-2	1-2
5	2009	1,14	2,02	1,66	1,61	1	2	2	2	1	2	1-2	1-2
6	2010	1,43	1,98	1,89	1,77	1	2	2	2	1(2)	2(1)	2(1)	2(1)
7	2011	1,6	2,03	1,78	1,80	2	2	2	2	1-2	2	2(1)	2(1)
8	2012	1,0	1,83	1,79	1,54	1	2	2	2	1	2(1)	2(1)	1-2
9	2013	1,43	1,78	1,96	1,72	1	2	2	2	1(2)	2(1)	2(1)	1-2
10	2014	1,50	1,76	2,0	1,75	1	2	2	2	1(2)	2(1)	2	1-2
11	2015	1,31	1,67	1,78	1,59	1	2	2	2	1(2)	1-2	2(1)	1-2

За хімічними показниками загально-санітарної групи 100%, тобто на протязі всього періоду дослідження, якість води відповідає другому класу. Стосовно до підкласів за погіршенням якості води простежується наступна ситуація: 9,1% (2015 р.)- підклас 1-2 (1 з 11 випадків спостереження) (вода

перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої); 72,7% - підклас 2(1) («добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої) та 18,2% - підклас 2 («добра», чиста вода прийнятної якості).

Токсикологічні (пріоритетні) показники хімічного складу води у 100% випадків належать до 2-го класу якості. З них 27,3% відповідають підкласу 1-2 (вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої); 63,6% - підкласу 2 (1) («добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої); 9,1% (2014р.) – підкласу 2 («добра», чиста вода прийнятної якості).

За інтегральними індексами якість води р. Тетерів- м.Житомир належить до 2-го класу у 100% випадків. У 8 з 11 випадків спостереження (72,7%) вода належить до підкласу 1-2 (вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої) та у 27,3% випадків – до підкласу 2(1) («добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої) (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 - Характеристика якості води за класами та підкласами (Інтегральне значення за середніми показниками)

Рік	Клас якості води	Середні значення блокових індексів якості води	Позначення відповідних підкласів якості води	Характеристика класів та підкласів якості води
2005	2	1,77	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої
2006	2	1,68	1-2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої
2007	2	1,52	1-2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої
2008	2	1,67	1-2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої
2009	2	1,61	1-2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої
2010	2	1,77	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої

2011	2	1,80	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої
2012	2	1,54	1-2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої
2013	2	1,72	1-2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої
2014	2	1,75	1-2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої
2015	2	1,59	1-2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої

Більш наглядно зміну інтегральних індексів можна простежити, спираючись на рис.5.1. За лінією тренду видно, якість води р.Тетерів за середніми значеннями не суттєво змінюється на протязі періоду дослідження. Але можна виділити декілька періодів, коли якість води покращувалась: 2005-2007 рр.; 2011-2012 рр.; 2014-2015 рр.

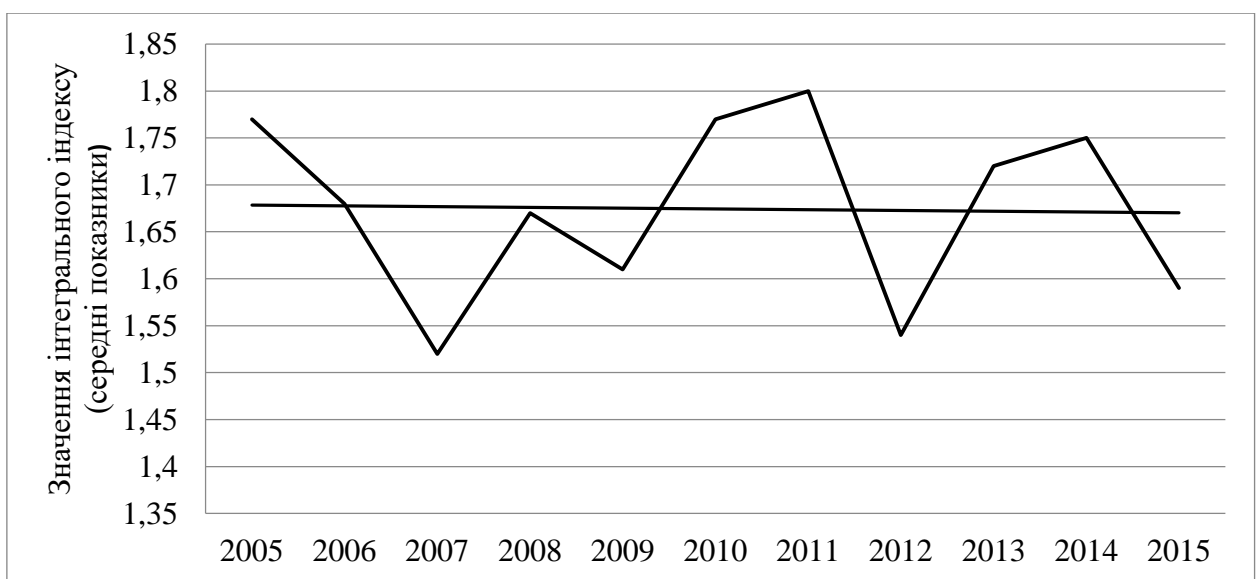


Рисунок 5.1 - Зміна у часі інтегрального індексу за середніми значеннями, р.Тетерів – м.Житомир

Характеристика якості вод р.Тетерів – м.Житомир за класами та підкласами по найгірших показниках наведена в табл.5.5 та представлена у графічному вигляді на рис.5.2.

Якість води за показниками органолептичної групи у 45,5% випадків (5

з 11) характеризується 1-им класом якості та у 54,5% випадків – другим класом якості та 2-им підкласом («добра», чиста вода прийнятної якості). Води річки, які належать до першого класу якості у 9,1% (2012 р.) відповідають підкласу 1 («відмінна», дуже чиста вода) та у 36,4% відповідають підкласу 1(2) («відмінна», дуже чиста вода з ухилом до класу «доброї», чистої води бажаної якості).

Таблиця 5.5 - Індекси за гігієнічними хімічними показниками та класи і підкласи якості води у відповідності з ними (найгірші значення)

№ п/п	Рік	Індекси за гігієнічними хімічними показниками				Клас якості води				Позначення відповідних підкласів якості води			
		I _I	I _{II}	I _{VII}	I _{інтегр.}	I _I	I _{II}	I _{VII}	I _{інтегр.}	I _I	I _{II}	I _{VII}	I _{інтегр.}
1	2005	2,0	2,11	2,38	2,16	2	2	2	2	2	2	2(3)	2
2	2006	1,5	2,56	2,63	2,23	1	3	3	2	1(2)	2-3	2-3	2
3	2007	1,5	2,33	2,25	2,03	1	2	2	2	1(2)	2(3)	2	2
4	2008	2,0	2,44	2,25	2,23	2	2	2	2	2	2(3)	2	2
5	2009	2,0	2,56	2,13	2,23	2	3	2	2	2	2-3	2	2
6	2010	2,0	2,78	2,38	2,39	2	3	2	2	2	2-3	2(3)	2(3)
7	2011	2,0	2,33	2,25	2,19	2	2	2	2	2	2(3)	2	2
8	2012	1,0	2,33	2,38	1,90	1	2	2	2	1	2(3)	2(3)	2(1)
9	2013	2,0	2,0	2,38	2,13	2	2	2	2	2	2	2(3)	2
10	2014	1,5	2,11	2,25	1,95	1	2	2	2	1(2)	2	2	2(1)
11	2015	1,5	2,22	2,25	1,98	1	2	2	2	1(2)	2	2	2(1)

За компонентами загально-санітарних показників за найгіршими значеннями якість води відповідала 2-ому (72,7%) та 3-ому класам якості (27,3%). Вода, що належала до 2-го класу якості поділялась на відповідні підкласи: 2 («добра», чиста вода прийнятної якості) у 36,4% випадків та 2(3) («добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості) також у 36,4%. Найгірша по цьому блоку якість води спостерігалась у 2006, 2009 та 2010 роках і характеризувалась підкласом 2-3, що відповідає «воді перехідній за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабо забрудненої» (27,2% від числа років спостереження).

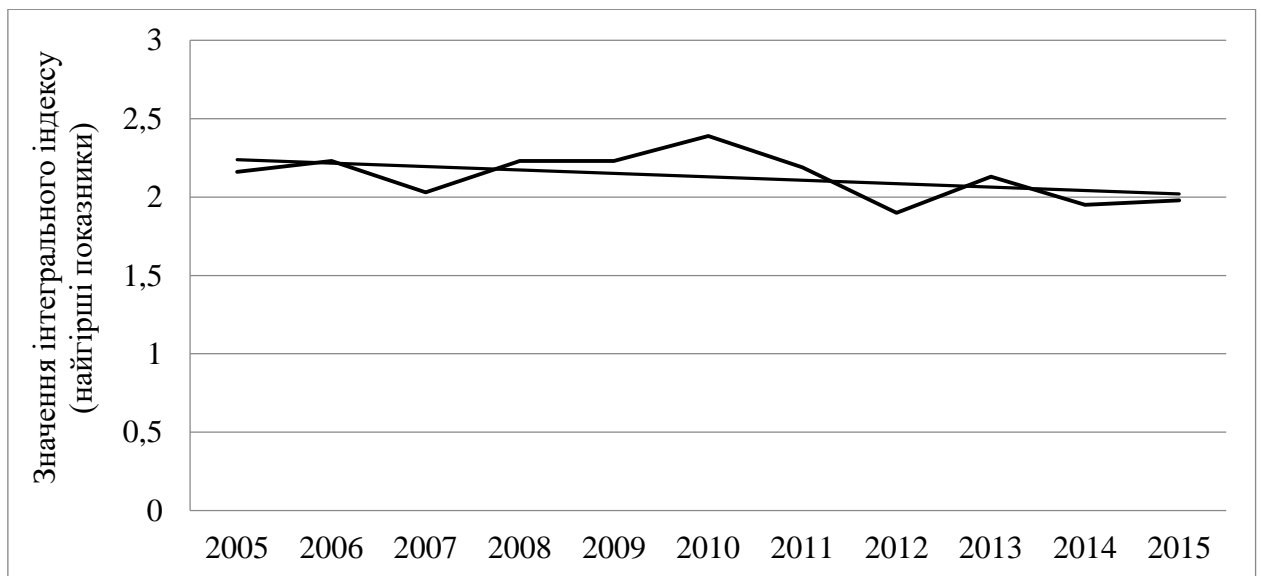


Рисунок 5.2 – Зміна у часі інтегрального індексу за найгіршими значеннями, р.Тетерів – м.Житомир

Якість води за токсикологічними показниками у більшості випадків характеризується 2-им класом якості (90,9%). Вода р.Тетерів-м.Житомир, що належить до цього класу у 54,5% відноситься до підкласу 2 («добра», чиста вода прийнятної якості) та у 36,4% - до підкласу 2(3) («добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості). Найгірша якість води за цим блоком була тільки в 2006 році і відповідала 3-

му класу якості (9,1%) та відносились до підкласу 2-3, тобто «вода перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабо забрудненої».

Аналізуючи якість води за значеннями інтегрального індексу згідно з даними табл. 5.6 та посилаючись на табл.5.1, можна зробити висновок, що якість води р.Тетерів – м.Житомир у період з 2005 по 2015 рр. покращується, що також підтверджується і лінією тренду (рис.5.2). Найбільш чистою вода була в 2012, 2014-2015 рр. і оцінювалась, як «добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої (2-й клас, підклас 2(1)), що складає 27,3% від загальної кількості спостережень (табл.5.6).

Таблиця 5.6 - Характеристика якості води за класами та підкласами
Інтегральне значення (найгірше)

Рік	Клас якості води	Середні значення блокових індексів якості води	Позначення відповідних підкласів якості води	Характеристика класів та підкласів якості води
2005	2	2,16	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
2006	2	2,23	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
2007	2	2,03	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
2008	2	2,23	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
2009	2	2,23	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
2010	2	2,39	2(3)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості
2011	2	2,19	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
2012	2	1,90	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої
2013	2	2,13	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
2014	2	1,95	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої
2015	2	1,98	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої

Трохи гірше якість води спостерігалась в 2005-2009 рр., 2011 та 2013 рр і характеризувалась, як «добра», чиста вода прийнятної якості (2-й клас,

підклас 2). До цього підкласу належить 63,6% років спостережень. І тільки в 2010 році (9,1%) вода погіршилась до характеристики «добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості (2-й клас якості, підклас 2(3)).

5.4 Технологічні вимоги до методів оброблення води залежно від класу її якості

Нижче наведені технологічні прийоми кондиціонування поверхневих вод в залежності від класу якості води, а також від природи забруднювальних домішок. Стосовно р.Тетерів, якість вод оцінювалась в основному 1-м та 2-м класом якості (за інтегральними значеннями) та інколи 3-м класом (за блоковими значеннями).

Технологічні прийоми кондиціонування поверхневих і підземних вод обирають залежно від фізико-хімічної, хімічної та мікробіологічної природи забруднювальних домішок які є спільними для поверхневих і підземних вод.

1 клас – відмінна, бажана якість води. Для оброблення води I класу потрібне її знезаражування із застосуванням одного з таких реагентів: хлору гіпохлориту, діоксиду хлору, хлораміну; знезаражування ультрафіолетовим опроміненням у комбінації з $O_2; H_2O_2$; оброблення озоном і фільтрування з коагулюванням; на перспективу – очищення фільтруванням через біологічно активне вугілля або через повільні фільтри, а також очищення і знезаражування іншими реагентами і способами, дозволеними державною санітарно-епідеміологічною службою Міністерства охорони здоров'я України.

2 клас – добра, прийнятна якість води, 3 клас – задовільна, прийнятна якість води. Для оброблення води 2 і 3 класів якості потрібно кондиціонування за різними показниками.

1. Кондиціонування за органолептичними показниками: забарвленість - окиснення, коагуляція – флокуляція, відстоювання, фільтрування;

ультрафільтрування; *завислі речовини* - відстоювання, мікропродідування; мікрофільтрування, ультрафільтрування, фільтрування через допоміжний наливний шар, коагуляція – флокуляція, відстоювання або флотація, фільтрування, контактна коагуляція.

2. Кондиціювання за показниками хімічного складу води: *азот амонійний, нітратний, нітритний* - біологічне очищення на фільтрах з фіксованою гетеротрофною біомасою, біосорбція, іонний обмін за фільтрування через іоніти - аніоніти для нітратів, катіоніти для іонів амонію, нанофільтрування; *фосфор фосфатів* - дефосфотування фільтруванням через активований оксид алюмінію, оброблення вапном; *окисність перманганатна, окисність біхроматна (ХСК), БСК_n* - біологічне передочищення у природних умовах, біоочищення на твердих носіях з іммобілізованою мікрофлорою, перед окислення, коагуляція – флокуляція з наступними флотацією або відстоюванням і фільтруванням, вуглевання, контактна коагуляція, озонування з наступною біосорбцією на біологічно активному вугіллі, повільне фільтрування, знезаражування, мембранне фільтрування.

4. Кондиціювання за показниками вмісту неорганічних речовин *токсичної дії: залізо, марганець* - застосування сильних окисників з утворенням гідроксидів, коагуляція, фільтрування, фільтрування через модифіковані сорбенти, нанофільтрування, сорбція на активованому вугіллі, силікагелі, гранітній та мармуровій крихтах;

5. Кондиціювання за показниками вмісту *органічних речовин токсичної дії*: фізико-хімічне передочищення; біологічне передочищення на твердих носіях з іммобілізованою мікрофлорою або через піщані дюни, штучні водойми; окиснювання діоксидом хлору, озonom, пероксидом водню, УФ-опромінюванням з наступним фільтруванням крізь активоване вугілля; повільне фільтрування, нанофільтрування [27].

5.5 Відповідність якості води р.Тетерів – м.Житомир показникам фізіологічної повноцінності мінерального складу вод

Оцінка якості води р.Тетерів, як джерела питного водопостачання, проводилася за методикою згідно з ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги до якості води і правила вибору» (див. п 5.1.). Якість питної водопровідної води оцінюється за методикою ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». В цій методиці є поняття фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води (Додаток 4 методики). До показників фізіологічної повноцінності води, придатної для пиття, за [25] належать: загальна жорсткість, загальна лужність, фториди, йод, калій, кальцій, магній, натрій та сухий залишок. (табл.5.7).

Нами було виконане порівняння показників якості води р.Тетерів в межах м.Житомир з показниками фізіологічної повноцінності. Зрозуміло, що це не водопровідна вода, але хотілось зрозуміти на скільки і по яких параметрах треба доочищувати річкову воду, щоб вона відповідала бажаному стандарту.

Таблиця 5.7 - Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води (Додаток 4 до Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10)) [25]

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи	Методики визначення згідно з додатком 5
1	Загальна жорсткість	ммоль/куб.дм	1,5 - 7,0	п. 4
2	Загальна лужність	ммоль/куб.дм	0,5 - 6,5	п. 41
3	Йод	мг/куб.дм	20 - 30	п. 43
4	Калій	мг/куб.дм	2 - 20	п. 26
5	Кальцій	мг/куб.дм	25 - 75	п. 45
6	Магній	мг/куб.дм	10 - 50	п. 45
7	Натрій	мг/куб.дм	2 - 20	п. 45
8	Сухий залишок	мг/куб.дм	200 - 500	п. 12
9	Фториди	мг/куб.дм	0,7 - 1,2	п. 8

З означених вище дев'яти параметрів фізіологічної повноцінності у нашій вихідній інформації були тільки п'ять: калій, кальцій, магній, натрій та сухий залишок. Порівняльна характеристика наведена в табл.5.8.

З табл.5.8 видно, що концентрації калію знаходяться майже весь час в межах нормативу, за виключення 2014р., коли найменше значення було нижче нижньої границі фізіологічної повноцінності. Вміст кальцію на нижній границі був в межах нормативу, але на верхній границі у 36,4% випадків перевищував нормативне значення у 2007; 2009; 2011 та 2014 рр. (в 1,06; 1,03; 1,09 та 1,08 разів відповідно).

Таблиця 5.8 – Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу води в місці питного водозабору р.Тетерів – м.Житомир (4,5 км вище міста) (2005-2015 рр.)

Показ-ники	Діапазон фактичних значень											Діапазон нормативних значень
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Калій, мг/дм ³	3-4,5	3,5-5,5	3-8,5	3-13	2,5-8	3-7	3-7	3,4-8,5	3-8	1,5-4	2-6	2-20
Кальцій, мг/дм ³	33,7	42,5	51,6	52,9	41,7	36,9	41,7	32,9	36,9	48,1	36,9	25-75
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Магній, мг/дм ³	59,3	62,5	79,4	73,7	77	72,9	81,8	68,1	61,7	81	69,7	10-50
	8,8-16,5	12,2-33,6	13,6-25,8	11,2-21,4	4,4-24,3	11,7-30,6	13,6-29,2	10,7-33,1	13,6-24,8	8,3-15,1	10,7-23,3	
Натрій, мг/дм ³	11-21	17-29,5	13-39	12-67	10-32	8-30	16-29	14-36,5	8,5-19,5	8-15	13,5-20	2-20
Сухий залишок, кмг/дм ³	200-360	358-438	363-500	377-475	294-488	240-516	293-561	332-401	262-394	269-444	276-427	200-500

Нижче нижньої межі були концентрації магнію у 2005; 2009 та 2014рр. Найбільше відхилення спостерігалось в 2009 році і було нижчим у 2,27 разів за норматив. На протязі 2005-2012 рр. спостерігалось постійне перевищення вмісту натрію верхньої межі фізіологічної повноцінності (72,7% від загальної

кількості спостережень). Ці значення коливались від 21 мг/дм³ (2005 р.) до 67мг/дм³ (2008 р.) при нормативі в 20 мг/дм³. Концентрація мінералізації (сухий залишок) по нижньому значенню знаходилась в межах потрібного інтервалу і тільки в двох випадках за період дослідження перевищувала верхню границю: у 2010 та 2011 рр. (516мг/дм³ та 561мг/дм³ відповідно при нормі 500мг/дм³).

6 ХАРАКТЕРИСТИКА МІНЕРАЛІЗАЦІЇ І ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПОЛИВНОЇ ВОДИ Р.ТЕТЕРІВ

Оцінка сольового складу іригаційних вод для зрошення виконується за такими показниками: мінералізація, концентрація окремих іонів або вміст окремих солей, хімічний склад в цілому, співвідношення окремих іонів чи їх комбінацій, водневий показник [8].

Якість води р.Тетерів – м.Житомир для іригаційних цілей визначалась в межах двох періодів водності: весняної повені (березень – травень) та літньо-осінньої межені (червня – листопад).

Одним з важливих параметрів, що характеризують якість іригаційних вод, являється концентрація солей, яка визначається загальною мінералізацією. До складу мінералізації вод належать аніони (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) та катіони (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+).

Для періоду весняної повені хімічний склад поливної води р.Тетерів – м.Житомир представлений у вигляді табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Хімічний склад поливної води р.Тетерів – м.Житомир за період весняної повені (середньобогаторічні значення за 2005-2015 рр.)

Одиниці виміру	pH	Аніони			Катіони				Мінералізація води, г/дм ³
		HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
мг/дм ³	7,92 7,66-8,40	236,9	26,53	27,7	61,1	16,55	17,16	3,98	0,39
мг-екв/дм ³	-	3,885	0,748	0,576	3,049	1,36	0,752	0,102	-
мг-екв%	-	74,58	14,36	11,06	57,94	25,85	14,28	1,93	-
		100			100				-

За даними табл.6.1 була складена формула Курлова М.Г., яка характеризує воду р.Тетерів – м.Житомир (за співвідношенням між аніонами та катіонами), як гідрокарбонатну за класом (74,58% від суми аніонів) магнієво-кальцієву за групою (25,85 та 57,94% від суми катіонів відповідно) із загальною мінералізацією 0,39 г/дм³. Водневий показник змінюється від 7,66 до 8,40 та середнє багаторічне дорівнює 7,92.

$$M_{0.39} \frac{HCO_3^- 74.58}{Ca^{2+} 57.94 Mg^{2+} 25.85} pH 7.92$$

В табл. 6.2 наведений хімічний склад води р.Тетерів – м.Житомир для періоду літньо-осінньої межени. За формулою Курлова вода річки оцінюється як гідрокарбонатна (71,88 % від суми аніонів), магнієво-кальцієва (25,71 та 54,44% від суми катіонів відповідно). Загальна мінералізація трохи нижче, ніж навесні і дорівнює 0,35 г/дм³. Водневий показник *pH* за 2005-2015 рр. дорівнює 7,73 і коливається в межах 7,26-8,33.

Таблиця 6.2 - Хімічний склад поливної води р.Тетерів – м.Житомир за період літньо-осінньої межени (середньобагаторічні значення за 2005-2015рр.)

Одиниці виміру	<i>pH</i>	Аніони			Катіони				Мінералізація води, г/дм ³
		<i>HCO₃⁻</i>	<i>Cl⁻</i>	<i>SO₄²⁻</i>	<i>Ca²⁺</i>	<i>Mg²⁺</i>	<i>Na⁺</i>	<i>K⁺</i>	
мг/дм ³	7,73 7,26-8,33	204,8	26,6	27,09	52,06	15,09	18,64	4,62	0,35
мг-екв/дм ³	-	3,359	0,75	0,564	2,598	1,24	0,816	0,118	-
мг-екв%	-	71,88	16,06	12,06	54,44	25,99	17,1	2,47	-
		100			100				-

$$M_{0.35} \frac{HCO_3^- 71.88}{Ca^{2+} 54.44 Mg^{2+} 25.71} pH 7.73$$

А.М.Костяков характеризує іригаційні властивості вод залежно від їх мінералізації наступним чином [8]:

1. вода, яка містить не більше 400мг/дм³ розчинних солей – хороша зрошувана вода;
2. вода, яка містить від 400до 1000мг/дм³ розчинених солей, потребує обережного підходу, із врахуванням всього комплексу умов її використання;
3. вода, яка містить від 1000 до 3000 мг/дм³ розчинених солей, засолює ґрунт.

На рис. 6.1 наведений графік зміни мінералізації за період весняної повені. У 2006-2008, 2011 та 2015 рр. за даною класифікацією вода р.Тетерів – м.Житомир належать до 2-го типу, тобто потребує додаткового комплексу умов її використання. Це складає 45,5% від кількості спостережень. В інші роки якість води належала до І-го класу якості. Значення мінералізації коливались від 248мг/дм³ (2005р.) до 494 мг/дм₃ (2011 р.), середньо багаторічне дорівнює 390 мг/дм³.

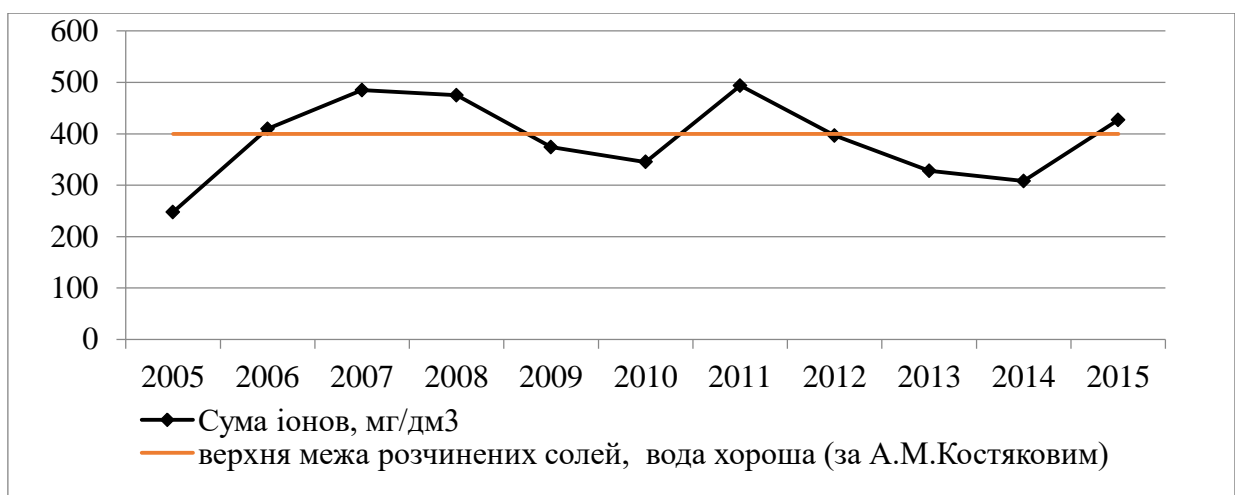


Рисунок 6.1 - Зміни мінералізації за період весняної повені (визначення іригаційної якості вод за А.М.Костяковим)

Під час літньо-осінньої межені мінералізація не перевищує 400 мг/дм³ на протязі періоду дослідження і за А.М.Костяковим відноситься до 1-го типу, а саме, хороша зрошувана вода (рис.6.2). Діапазон зміни концентрації розчинених солей менший, ніж навесні і знаходиться в межах 313 (2014 р.) – 392 (2011 р.), при середньому значенні за 2005-2015 рр 349 мг/дм³.

За класифікацією поливних вод за солоністю (M_o , г/дм³), що використовується в США [29], води р.Тетерів відносяться до вод середньої солоності, які використовують в умовах помірного вилуговування; культури середньої солестійкості можна вирощувати, не застосовуючи заходів для боротьби з засоленням ($0,20 < M_o \leq 0,50$). Це відноситься як до періоду весняної повені, так і для періоду літньо-осінньої межені.

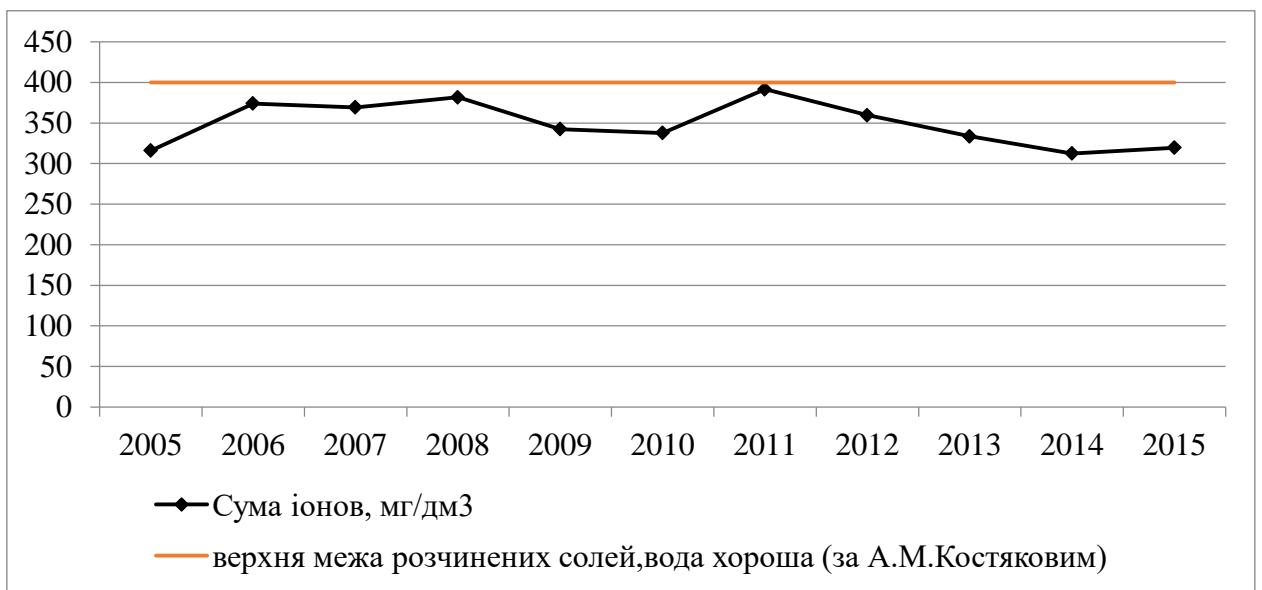


Рисунок 6.2 - Зміни мінералізації за період літньо-осінньої межені (визначення іригаційної якості вод за А.М.Костяковим)

Важливою характеристикою щодо використання річних вод для поливу, являється температура води. Оптимальною для зрошення є температура іригаційних вод 18-20 град.С [8].

За період весняної повені середня річна температура води р.Тетерів була нижче за рекомендовану на протязі періоду дослідження (рис.6.3). Можна відзначити, що температура води зростає у часі і на 2015 р. середнє значення становить 17 град.С. Найменші показники були у 2008 та 2012 рр. і відповідно дорівнювали 3,2 та 3,9 град.С.

Місячна температура іригаційних вод для зрошення під час весняної повені тільки у травні 2013 року була трохи вище рекомендованого інтервалу (18-20 град.С) і становила 20,6 град.С В інші місяці цього періоду температура води була весь час нижче нижньої межі і змінювалась від 1,8 град.С (березень 2012 р.) до 17,0 град.С (травень 2015р.).

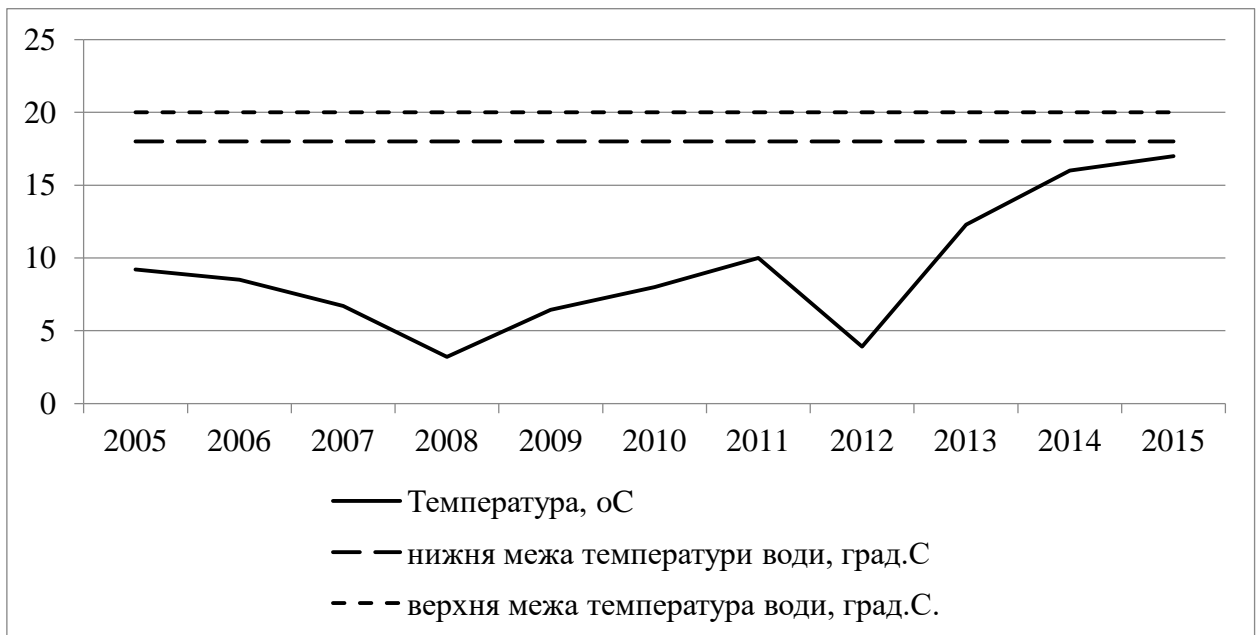


Рисунок 6.3 – Зміни температури води р.Тетерів – м.Житомир під час весняної повені

Теплішою була вода під час літньо-осінньої межені (рис.6.4). Середньорічна температура води не досягала верхньої межі, але в 2005, 2007, 2012, 2013 та 2015 рр. була в рекомендованому інтервалі.

Середня місячна температура іригаційних вод для зрошення під час літньо-осіннього періоду (червень-листопад) у більшості випадків була або вище або нижче оптимального інтервалу (18-20 град.С). Тільки в червні 2006р., 2008р., 2009р., 2014 р., у серпні 2007 р. та 2012р., у вересні 2015 р. якість води відповідала необхідному температурному режиму.

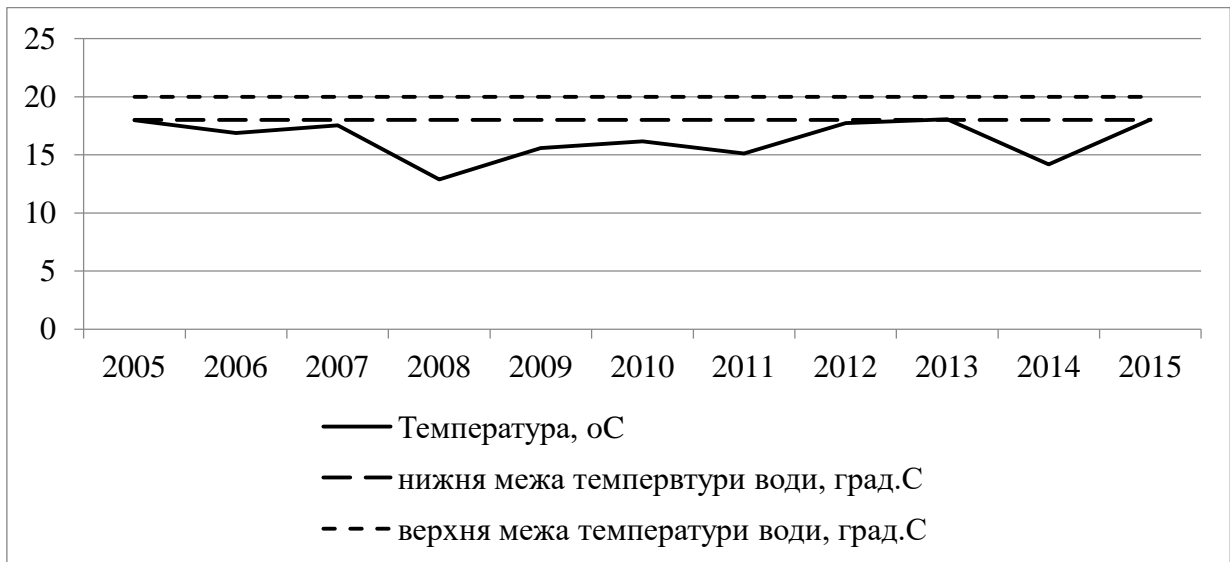


Рисунок 6.4 - Зміни температури води р.Тетерів – м.Житомир під час літньо-осінньої межени

Ступінь засолення ґрунтів характеризується також показником токсичності солей. Порогом токсичності є граничне значення вмісту солей, за якого спостерігається пригнічення росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Ковда В. А. [29] токсичність солей розташовує у такій послідовності: $Na_2CO_3 > NaHCO_3 > NaCl > CaCl_2 > Na_2SO_4 > MgCl_2 > MgSO_4$.

Меншу токсичність мають сульфат і хлорид магнію ($MgSO_4$, $MgCl_2$). Нешкідливими являються $MgCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$, $CaSO_4$, $CaCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$. Суміші солей завжди менш токсичні, ніж їх більш чисті скупчення.

Розчинені у воді солі зазвичай присутні у вигляді іонів. Однак, іноді придатність води для зрошення встановлюють за співвідношенням вмісту в

ній окремих видів розчинних солей [29, 30 с.49]. Головні іони можуть бути токсичними і нетоксичними. До токсичних відносять іони, здатні утворювати токсичні солі. Іони Cl^- і Na^+ токсичні, інші головні іони можуть бути як токсичними, так і нетоксичними в залежності від їх взаємного урівноваження: Mg^{2+} і Ca^{2+} з Cl^- дають токсичні солі, а з CO_3^{2-} і HCO_3^- нетоксичні; CO_3^{2-} і HCO_3^- з Na^+ дають найтоксичніші для рослин солі [29, 31, с.24]. Виділення токсичних іонів зручно виконувати, якщо представити мінералізацію води у вигляді суми гіпотетичних солей.

Для потреб іригації типізацію природних вод за Альокіним О.А. [32, с.120] можна уявити більш детально, розділивши типи вод на підтипи, що відрізняються набором гіпотетичних солей. I, IIa, IIб, IIIa, IIIб, IIIв. За удосконаленою класифікацією Альокіна О.А. [29] пропонує

Для вод I та II типів характерним є співвідношення іонів $rNa^+ > rCl^-$; для III – $rNa^+ \leq rCl^-$. Належність вод до того або іншого типу та визначення її придатності для зрошення, також визначається співвідношенням іонів Mg^{2+} , Ca^{2+} , HCO_3^- та SO_4^{2-} .

За цією типізацією води р.Тетерів – м.Житомир для періоду весняної повені у 2005-2007рр. та 2013 р. відповідали типу IIa (36,4%); у 2008 р., 2010-2012 рр. та 2014-2015 рр. – типу IIIa (54,5%), а у 2009 році – типу IIIб (9,1% випадків). За період дослідження для періоду літньо-осінньої межени характерний у 55,5 % випадків тип IIa та у 45,5% випадків - тип IIIa.

За взаємним врівноваженням головних іонів для визначених підтипів вод набор гіпотетичних солей (тобто оцінити токсичні іони у воді) має вигляд:

IIa – $NaCl$, Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$, $Ca(HCO_3)_2$;

IIIa – $NaCl$, $MgCl_2$, $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$, $Ca(HCO_3)_2$;

IIIб – $NaCl$, $MgCl_2$, $MgSO_4$, $CaSO_4$, $Ca(HCO_3)_2$;

З вод підтипу IIa в ґрунт крім $MgSO_4$ може надійти ще гідрокарбонат магнію ($Mg(HCO_3)_2$) – нетоксична для рослин сіль, але здатна викликати лужну реакцію ґрунтів.

Підтип вод IIIа в порівнянні з IIа більш сприятливий для зрошення, тому що при випаровуванні вод цього підтипу замість сульфату натрію (Na_2SO_4) в ґрунт може надійти менш токсичний хлорид магнію ($MgCl_2$). Але, у водах цього підтипу присутня велика кількість іонів магнію, надмірний вміст якого у воді сприяє осолонцюванню ґрунту.

Підтип вод IIIб сприяє утворенню в ґрунті сульфату кальцію ($CaSO_4$).

Багато вчених рекомендують оцінювати якість іригаційних вод за співвідношенням між окремими іонами.

Нижче наведені графіки змін у часі головних іонів (аніонів та катіонів) за фазами водного режиму: весняної повені та літньо-осінньої межені. На рис. 6.5-6.7 представлена зміна аніонів.

Іони хлору в басейні р.Тетерів – м.Житомир у більшості випадків превалюють під час літньо-осінньої межені (55,5% від загальної кількості) і значення коливаються від 19,3 мг/дм³ (2014 р.) до 36,5 мг/дм³ (2009 р.) (рис.6.5). На весні іони хлору переважали у 45,5% випадках і змінювались від 14,45 до 37,6 мг/дм³. Майже співпадають середньо багаторічні значення: 26,6 та 26,53 мг/дм³ відповідно. Концентрації у часі зростають в межах обох періодів водності (рис.6.5)

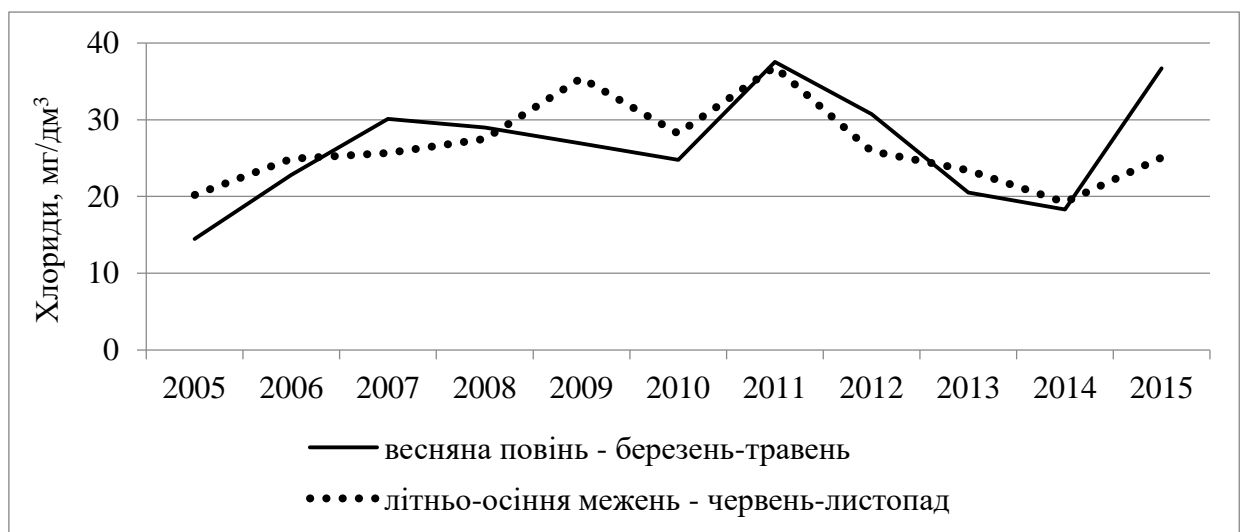


Рисунок 6.5 - Графік зміни у часі хлоридів за фазами водного режиму

На рис. 6.6 наведений графік зміни іонів сульфатів. Простежується синхронність вмісту сульфатів у період 2007-2012 рр. Під час весняної повені концентрації іонів сульфатів коливались від 61 мг/дм³ (2015 р.) до 53,1 мг/дм³ (2009 р.). Діапазон змін сульфатів під час літньо-осінньої межени менший. Значення знаходились в межах 10,2 (2014 р.) – 42,4 мг/дм³ (2009 р.). Спостерігається зменшення іонів сульфатів у часі.

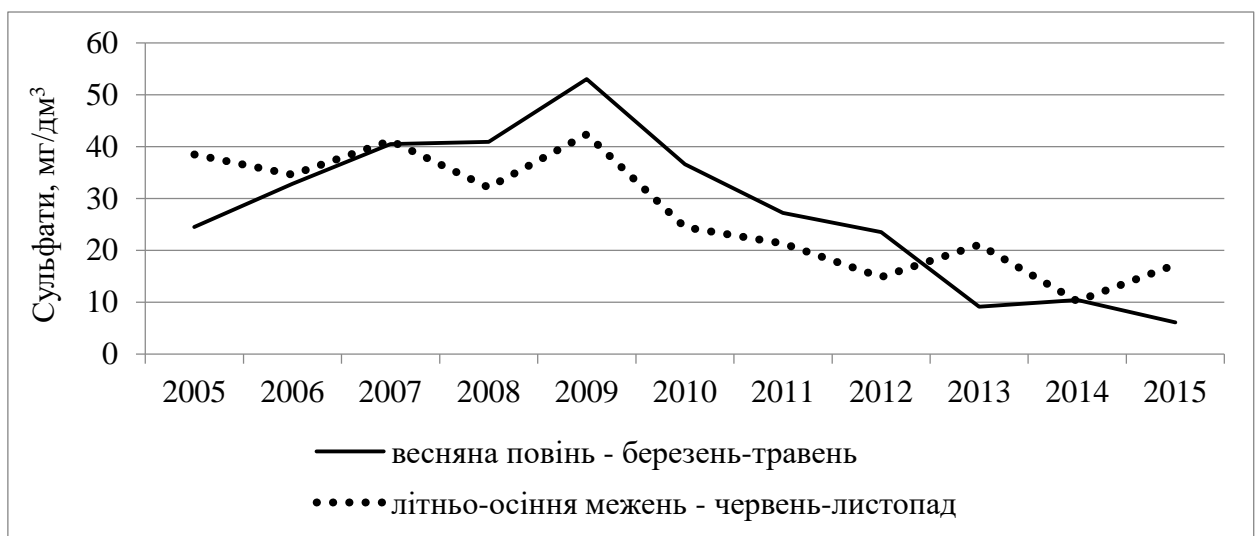


Рисунок 6.6 - Графік зміни у часі сульфатів за фазами водного режиму

У більшості випадків (72,7%) гідрокарбонатні іони переважали під час весняної повені (рис.6.7). Показники змінювались від 136 (2005 р.) до 308 (2011 р.). Тільки у 2005, 2010 та 2014 рр. концентрації гідрокарбонатів у період літньо-осінньої межени були вищими ніж навесні. Вміст гідрокарбонатів був найменшим в 2005 р. (174 мг/дм³), найбільшим у 2011 р (231 мг/дм³). Практично у часі концентрації цих іонів не змінювались, коливались біля своїх багаторічних значень: 237 та 205 мг/дм³ відповідно.

На рис.6.8 – 6.11 представлені зміни катіонів в залежності від фаз водного режиму.

Тільки в 2005-2006 рр. вміст іонів кальцію в воді р.Тетерів – м.Житомир був вищим під час літньо-осінньої межени (8,2% від кількості

спостережень), ніж під час повені (81,8% випадків) (рис.6.8) Концентрації кальцію несуттєво зменшувались у часі на протязі обох фаз водності. Показники коливались від 40,1 (2005 р.) до 79 мг/дм³ (2007 р.) під час весняної повені та від 45,7 (2015 р.) до 58,0 (2008 р.) - під час літньо-осінньої межені.

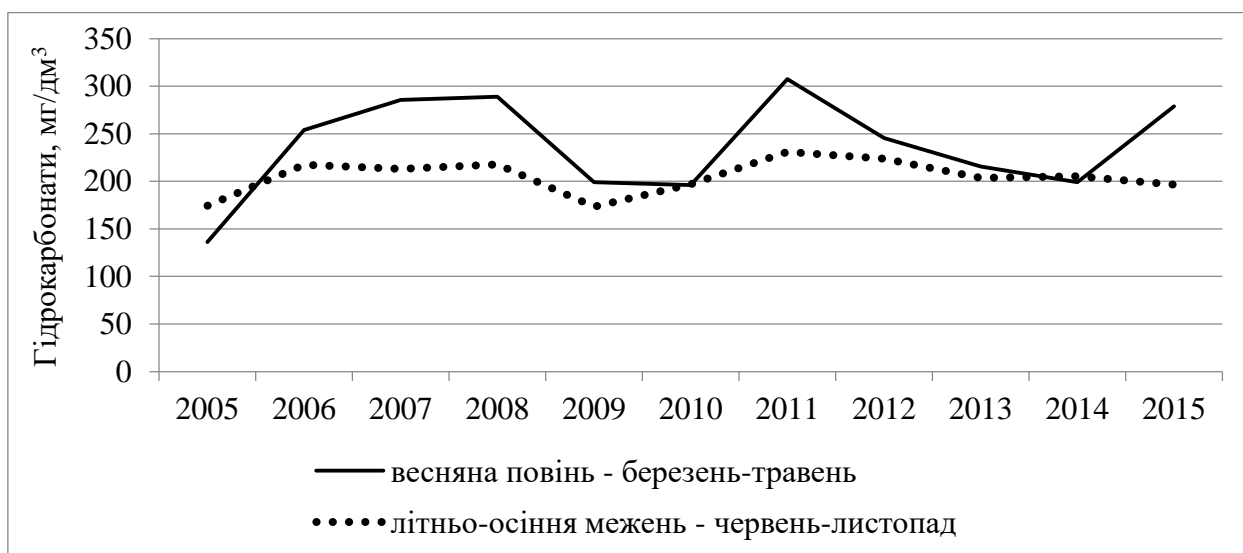


Рисунок 6.7 - Графік зміни у часі гідрокарбонатів за фазами водного режиму

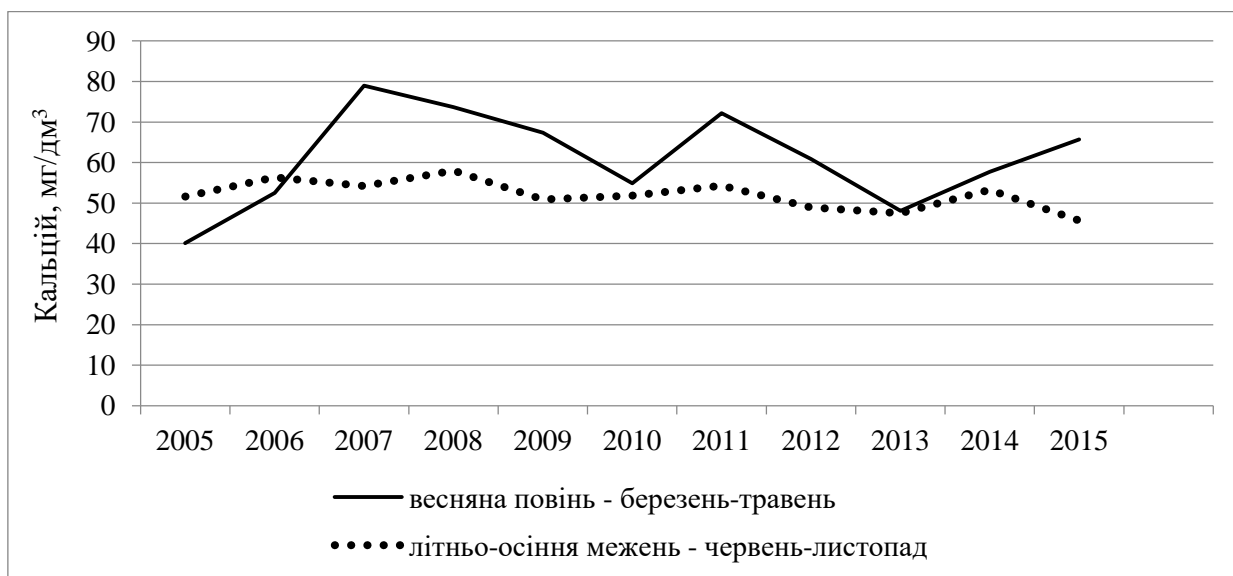


Рисунок 6.8 - Графік зміни у часі кальцію за фазами водного режиму

Графік зміни магнію у часі в залежності від фаз водного режиму наведений на рис.6.9. Найбільші значення магнію були під час весняної повені, за виключенням 2012-2014 рр., коли іони магнію превалювали у період літньо-осінньої межені. Під час весняної повені концентрації магнію коливались в межах 7,3 мг/дм³ (2009 р.) – 25,6 мг/дм³ (2011 р.). Значно менший інтервал змін концентрацій магнію спостерігався в період літньо-осінньої межені і показники знаходились в межах 11,2 мг/дм³ (2005 р.) – 20,3мг/дм³ (2012 р.).

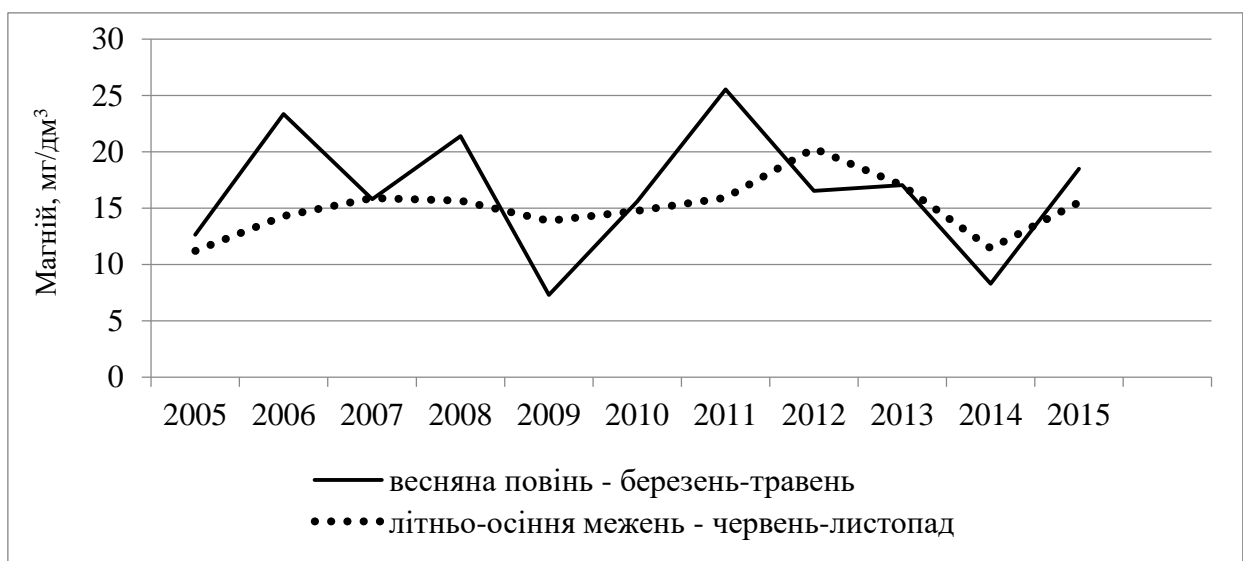


Рисунок 6.9 - Графік зміни у часі магнію за фазами водного режиму

На рис. 6.10 представлена зміна у часі іонів натрію, а на рис. 6.11 – іонів калію. Зазвичай ці два іони розглядаються сумісно. Слід зазначити, що середньорічні концентрації іонів натрію у 2005-2006, 2008 - 2014 рр. були вищими під час літньо-осінньої межені, ніж під час повені, що складає 72,7% випадків. Вміст іонів калію переважав в воді р.Тетерів з 2008 по 2014 рр. під час літньо-осінньої межені над вмістом іонів калію під час весняної повені.

За класифікацією Бездніної С.Я. [29, 33] поряд з мінералізацією вод враховується відсоткове співвідношення між іонами натрію та сумою катіонів. Для періоду весняної повені співвідношення іонів натрію до суми

катіонів (у %) змінюється від 12 (2008, 2014 рр.) до 19 (2007 р.) при мінералізації на протязі періоду дослідження до 500 мг/дм³. Води Тетеріва належать до типу І, тобто цілком придатні для зрошення всіх типів ґрунтів.



Рисунок 6.10 - Графік зміни у часі натрію за фазами водного режиму

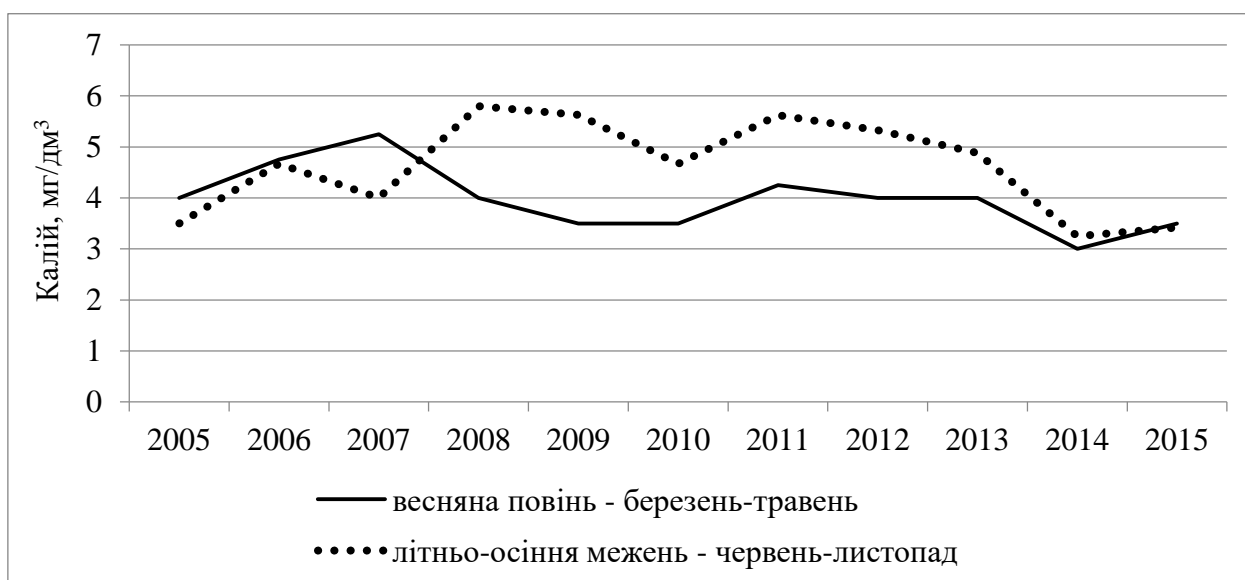


Рисунок 6.11 - Графік зміни у часі калію за фазами водного режиму

Для періоду літньо-осінньої межени при мінералізації до 400мг/дм^3 та співвідношенням іонів натрію до суми катіонів (у %), яке коливається в межах 10-22% (2014 та 2011 рр. відповідно), води р.Тетерів – м.Житомир також відносяться до типу I, тобто цілком придатні для зрошення всіх типів ґрунтів.

За вмістом у воді хлоридів і сульфатів натрію Стеблер запропонував розраховувати лужну характеристику, яка виражається у вигляді іригаційних коефіцієнтів, що представляють собою шару води в дюймах, який містить луґу стільки, скільки необхідно для того, щоб ґрунт став шкідливим до глибини 1,2 м для більшості культурних рослин [8].

Лужна характеристика зрошуваних вод характеризується типом вод, які визначаються за наступними формулами:

При співвідношенні концентрацій (в мг-екв./дм³) $rNa^+ - rCl^- \leq 0$ іригаційний коефіцієнт визначається як $K=288/5*rCl^-$ і вода належить до I типу. Другий тип (II) характеризується співвідношенням $0 < rNa^+ - rCl^- < rSO_4^{2-}$ і іригаційний коефіцієнт дорівнює $Ka=288/(rNa^+ + 4*rCl^-)$; для III типу вод характерне співвідношення іонів $rNa^+ - rCl^- - rSO_4^{2-} > 0$ і $Ka = 288 / (10rNa^+ - 5rCl^- - 9rSO_4^{2-})$.

Придатність води для зрошення оцінюється таким чином [29]:

- $Ka \geq 18$ – «добра», необмежено придатна для зрошення всіх культур;
- $18 > Ka \geq 6$ – «задовільна», придатна для зрошення більшості культур у залежності від ґрунтово-кліматичних умов;
- $6 > Ka \geq 1,2$ – «незадовільна», обмежено придатна для зрошення солестійких культур за умови доброго штучного дренажу, проведення промивних поливів і меліоративних заходів (наприклад, внесення емульсії гіпсу у воду);
- $Ka < 1,2$ – «погана», непридатна для зрошення

За розрахунками були отримані наступні результати: як для весняної повені, так і для літньо-осінньої межени вода р.Тетерів – м.Житомир належала до I та II типів. Навесні вода належала до I типу у 2008 - 2012 рр. та

у 2014-2015 рр. Значення Ka змінювалось від 23,4 (2008 р.) до 59,6 (2015 р.) До II типу вода належала у 2005-2007 рр. та у 2013р. Значення Ka були в межах 61,7 (2007 р.) - 124,2 (2005, 2013 рр.). Тобто на протязі всього періоду дослідження $Ka \geq 18$ і вода оцінюється як «добра» необмежено придатна для зрошення всіх культур.

Для періоду літньо-осінньої межні вода Тетеріва за Стеблером належала до I типу у 2007, 2009-2010 та 2014-2015 рр. (Ka змінювалось від 31,3 до 57,6); до II типу - у 2005-2006, 2008 та 2011-2013 рр. (Ka змінювалось від 54,0 до 96,2). За іригаційними властивостями вода також «добра» необмежено придатна для зрошення всіх культур.

Саболч І. та Дораб К. показали, що кількість rMg^{2+} у поливній воді не впливає шкідливо на ґрунт, якщо [29, 31]

$$rMg^{2+}/(rCa^{2+} + rMg^{2+}) \leq 0,50$$

Для вод р.Тетерів – м.Житомир наведене відношення було меншим ніж 0,50 на протязі періоду спостереження в обидві фази водного режиму і змінювалось від 0,15 (2009 р.) до 0,42 (2006 р.) під час весняної повені та від 0,26 (2005, 2014 рр.) до 0,41 (2012 р.) під час літньо-осінньої межні.

Класифікацію зрошуваних вод щодо їх здатності до осолонцювання ґрунту дає департамент сільського господарства США. Вона ґрунтується на визначенні коефіцієнту осолонцювання (SAR) [8, 29]:

$$SAR = \frac{rNa^+}{\sqrt{\frac{rCa^{2+} + rMg^{2+}}{2}}}$$

де rNa^+ , rCa^{2+} , rMg^{2+} – концентрація катіонів солей, мг-екв/дм³.

Відповідно до величини SAR виділяється 4 типи вод: слабо лужні з малою небезпекою осолонцювання (0-10), середньо лужні з середньою небезпекою осолонцювання (10-18), сильно лужні з високою небезпекою

осолонцювання (18-26) і сильно лужні з дуже високою безпекою осолонцювання (більше 26).

В межах досліджуваного басейну води р.Тетерів - м.Житомир за величиною *SAR* належать до слабо лужних з малою безпекою осолонцювання. Під час весняної повені цей параметр змінювався в межах 0,36 (2014 р.) - 0,78 (2007 р.), а під час літньо-осінньої межні – 0,32 (2014 р.) – 0,83 (2011 р.).

Результати розрахунків якості іригаційних вод р.Тетерів для зрошення за різними методиками приведені в табл. 6.3. Можна зробити висновок, що в цілому, за всіма методиками вода р.Тетерів в межах м.Житомир відповідає за характеристикою мінералізації і хімічного складу якості поливної води.

Таблиця 6.3 – Підсумкова таблиця щодо якості іригаційних вод р.Тетерів – м.Житомир для зрошення

Метод	Весняна повінь	Літньо-осіння межень
За А.М.Костяковим (іригаційні властивості вод залежно від їх мінералізації)	45,5% випадків вода 2-го типу (потребує додаткового комплексу умов її використання); 55,5%- I клас якості (хороша зрошувана вода)	100% - I тип води (хороша зрошувана вода)
Класифікація поливних вод за солоністю (<i>Mo</i> , г/дм ³), США	води середньої солоності, які використовують в умовах помірного вилугування; культури середньої солестійкості можна вирощувати, не застосовуючи заходів для боротьби з засоленням	
Температура води (18-20 град.С)	за середньорічними даними у 100% випадків нижче нижньої межі (не відповідає температурному режиму); за місячними даними – тільки один раз в межах інтервалу (травень 2013 р.)	45,5% випадків температура води на нижній межі температурного режиму (середньорічні дані); за місячними даними – тільки в червні 2006р.,2008р., 2009р., 2014 р., у серпні 2007 р., 2012 та у вересні 2015 р. в межах інтервалу
Типізація води за класифікацією Альокіна О.А.	36,4% підтип IIa (в ґрунт крім <i>MgSO₄</i> може надійти ще гідрокарбонат магнію (<i>Mg(HCO₃)₂</i>) – нетоксична для рослин сіль, але здатна	55,5% підтип IIa 45,% підтип IIIa

	викликати лужну реакцію ґрунтів); 54,5% підтип IIIa (більш сприятливий для зрошення ніж Pa, але, у водах цього підтипу присутня велика кількість іонів магнію, надмірний вміст якого у воді сприяє осолонцюванню ґрунту) 9,1% підтип IIIb (сприяє утворенню в ґрунті сульфату кальцію ($CaSO_4$))	
За класифікацією Бездніної С.Я. (враховується відсоткове співвідношення між іонами натрію та сумою катіонів)	води Тетеріва належать до типу I, тобто цілком придатні для зрошення всіх типів ґрунтів	
Іригаційні коефіцієнти або лужна характеристика зрошуваних вод за Стеблером (за вмістом у воді хлоридів і сульфатів натрію)	63,6% вода належить до I типу («добра», необмежено придатна для зрошення всіх культур) 36,4% - II тип води («задовільна», придатна для зрошення більшості культур у залежності від ґрунтово-кліматичних умов)	45,5% - I тип води 54,5% - II тип води
Саболч І. та Дораб К. (кількість rMg^{2+} у поливній воді не впливає шкідливо на ґрунт, якщо $rMg^{2+}/(rCa^{2+} + rMg^{2+}) \leq 0,50$)	100% менше ніж 0,50	
Класифікація зрошуваних вод щодо їх здатності до осолонцювання ґрунту (департамент сільського господарства США, яка ґрунтується на визначенні коефіцієнту осолонцювання (SAR))	100% слабо лужні води з малою небезпекою осолонцювання (0-10)	

ВИСНОВКИ

Річка Тетерів являється важливим водогосподарським об'єктом, впливає на якість води р.Дніпро. Основними видами водокористування являються: гідроенергетика, водний туризм, рекреація, засоби питної і поливної води, заготівля сіна, пасіння худоби та домашньої птиці. Риболовля не має промислового значення, в основному, це любительський вилов риби. На водні ресурси в межах області найбільш негативно впливають: комунально-побутові підприємства; відсутність водовідведення в малих населених пунктах, селах; сільськогосподарські угіддя. До основних екологічно небезпечних об'єктів відносяться: ТОВ «Бердичівськийхлібозавод», КП «Житомирводоканал», які скидають у Тетерів неочищені стічні води; ДП «Коростишівський спиртовийкомбінат» (дільниця №2 м.Андрушівка), Коростишівське МКП "Водоканал" (м. Коростишів) та інші.

Оцінка якості води проводилась в пункті спостереження р.Тетерів – м.Житомир за період 2005-2015 рр.

Аналіз змін компонентів якості води робився за фазами водного режиму: зимової межені, весняної повені та літньо-осінньої межені. Згідно з [6], «для співставлення результатів та з огляду на вихідні дані (щомісячні), літньо-осіння та зимова межені прийняті за календарними датами – відповідно з червня по листопад і з грудня по лютий місяці». Весняна повинь відповідає строкам березень – травень. В роботі розглядається якість води за вмістом біогенних речовин та органічних сполук, концентрацією розчиненого кисню, завислих речовин та речовин токсичної дії (цинк, мідь, шестивалентний хром, марганець та нафтопродукти).

Найбільші значення біхроматної окислюваності та завислих речовин за багаторічний період спостерігались під час літньо-осінньої межені ($36,8 \text{ мг/дм}^3$ та $11,35 \text{ мг/дм}^3$), що може бути пов'язано зі скидом стічних вод промисловими підприємствами. Концентрації BCK_5 були вищими у період

весняної повені, хоча за період дослідження значення параметру жодного разу не перевищували *ГДК_{рз}*. Середнє значення вмісту розчиненого кисню за 2005-2015 рр. найменшим було під час літньо-осінньої межені (10,41 мг/дм³), а найбільшим – під час зимової межені (13,24 мг/дм³).

Стосовно біогенних речовин азотної групи, слід зазначити, що найбільші концентрації азоту нітратного та амонійного спостерігались під час зимової межені, а азоту нітритного – під час весняної повені. Також найбільші значення у зимовий період були за вмістом кремнію та фосфатів.

Серед важких металів та речовин токсичної дії найбільші показники в основному припадають на період весняної повені (нафтопродукти, хром, цинк, залізо загальне та мідь). За вмістом мангану максимальне середньо багаторічне значення спостерігалось під час зимової межені (43,64 мкг/дм³), а навесні цей показник був найнижчим (40,86 мкг/дм³).

За виключенням нафтопродуктів, концентрації перелічених компонентів водного середовища, значно перевищували рибогосподарські нормативи. Максимальні перевищення *ГДК_{рз}* за вмістом марганцю були у 10,6 разів під час зимової межені (2010 р.); у 8 разів під час весняної повені (2006 р.) та у 12,8 разів під час літньо-осінньої межені (2005 р).

Максимальний вміст цинку під час зимової межені спостерігався у 2005-2006 роках і перевищував *ГДК_{рз}* у 4,3 та 4,4 разів відповідно. Найбільші значення цинку за період весняної повені спостерігались у 2005-2006 роках (3,73 та 3,5 *ГДК_{рз}*) та у 2014 році (5,5 *ГДК_{рз}*). Зміни вмісту цинку під час лятньо-осінньої межені мають тенденцію до зменшення у часі.

Найбільший вміст заліза загального спостерігався у 2006 році під час літньо-осінньої межені. Цей показник перевищував рибогосподарській норматив у 6,5 разів. Середні річні концентрації загально заліза під час зимової повені перевищували *ГДК_{рз}* у 2005-2006 та 2013 роках, а у 2015 р. – дорівнювали йому. В цілому, можна відзначити деяку синхроність у ході змін речовини.

Майже на протязі всього періоду дослідження відзначалось незначне перевищення *ГДК_{рз}* за вмістом міді (за виключенням 2005-2006 років). Це стосується всіх фаз водності. Максимальні значення спостерігались: під час весняної повені у 2006 р. (26,6 *ГДК_{рз}*); під час зимової межені у 2006 р. (21,4 *ГДК_{рз}*) та у 2005 р. під час літньо-осінньої межені (9,33 *ГДК_{рз}*).

Не вважаючи на період року, концентрації хрому були значно вище за рибогосподарські нормативи на протязі періоду дослідження. Вміст хрому у воді р.Тетерів – м.Житомир під час зимової межені зменшується на протязі 2005-2015 рр. і, навпаки, зростає під час весняної повені. Незначне зменшення концентрації хрому можна спостерігати і під час літньо-осінньої межені. Найбільшій вміст хрому спостерігався під час весняної повені у 2013р. і перевищів *ГДК_{рз}* у 17 разів.

З аналізу роботи можна зробити висновок, що якість води в річці Тетерів (4,5 км вище м.Житомир) не відповідає вітчизняним нормам рибогосподарського водокористування за вмістом забруднювальних речовин з *токсикологічною* (сума концентрацій в частках від *ГДК_{рз}* складає 12,0 ÷ 26,0), в окремих випадках *санітарно-токсикологічною* (сума концентрацій в частках від *ГДК_{рз}* складає 0,82 ÷ 2,16) та *рибогосподарською ЛОШ* (сума концентрацій в частках від *ГДК_{рз}* складає 0,80 ÷ 3,74). Основними забруднювальними речовинами є: манган (перевищення *ГДК_{рз}* в 1,71 – 8,8 разів), хром (в 4,97 – 10,6 разів), цинк (в 1,3 – 4,5 рази), залізо загальне (в 1,1 – 3,9 рази) та феноли (1,1 – 3,4 рази). Слід зазначити, що якість води, в цілому, не суттєво, але покращувалась з часом.

Такі результати можна пояснити розташуванням міст та селищ на р.Тетерів та його притоках, які мають значну кількість промислових та сільськогосподарських підприємств. Наприклад, до них належать м. Чуднов, що розташований вище за течією, м. Бердичів, який розташований на притоці р.Гнилоп'ть, але впадає в Тетерів саме перед м.Житомир.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Куцоконь Ю. К., Романь А. М.. Реофільні види риб басейну річки Тетерів. Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). Т. 10. Вип. 2. 2018. С.139-144
2. URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B2>
3. URL:http://buvrzt.gov.ua/vodni_resyrsy.html
4. URL:<http://www.news.dks.ua/index.php/turizm/20683>
5. URL:<http://ecology.zt.gov.ua/ND2014-3.htm>
6. URL:<http://ukrskr.com.ua/kiyivska/klimat-i-relyef-kiyivskoyi-oblasti-istoriya-zaselennya-kiyivshhini>
7. URL:http://ecology.zt.gov.ua/EP2015_gol.html
8. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка-Центр, 2001. 262 с
9. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра/ /В.К.Хільчевський , І.М.Ромась, М.І.Ромась та ін.; за ред.. В.К.Хільчевського. Київ. Ніка-Центр, 2007. С.48-49.
10. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк, Яцик А.В.Київ: Символ–Т, 1998. 28 с.
11. Гідроекологічний стан басейну річки Рось /В.К.Хільчевський , С.М.Курило, С.С.Дубнік та ін.; за ред.. В.К.Хільчевського. Київ. Ніка-Центр, 2009. С.53-65.
12. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%96_%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8
13. Рібалка в Україні (Все о рыбной ловле в Украине). Река Тетерев. URL:http://uafishing.blogspot.com/2015/10/blog-post_8.html
14. URL:<https://doi.org/10.31861/biosystems2018.02.139>

15. Ю.С. Кузьмінчук, В.І. Щербак. Фітопланктон р. Тетерів. Стан вивчення проблеми <http://eprints.zu.edu.ua/893/1/04kyusvp.pdf>
16. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України / В.К.Хільчевський, О.М. Гончар, М.Р.Забокрицька та ін.; за ред. Хільчевського В.К. та Сташука В.А. К.: Ніка-Центр, 2013. 256 с.
17. Осадчий В. І., Осадча Н. М., Мостова Н. М. Вплив урбанізованих територій на хімічний склад поверхневих вод басейну Дніпра. *Наукові праці УкрНДГМІ*. Київ, 2002. Вип. 250. С. 242–261.
18. Хільчевський В. К., Маринич В. В., Савицький В. М. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. Київ; Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2002. Т. 4. С. 167–169.
19. Смілій П.М., Гопчак І.В., Басюк Т.О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод Житомирського Полісся. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2021. № 2(60). С. 41-48
20. Гузієнко І.А., Савицький В.М. Оцінка екологічного стану правобережних приток Дніпра за фізико-хімічними та гідроморфологічними показниками. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: наук. збірник / гол. редактор В.К. Хільчевський*. 2011. Т. 2(23). С.129-136
21. Осадча Н.М. Білецька С.В. Інтегральна екологічна оцінка якості поверхневих вод р.Рось. *Тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології»*. УкрГМІ, КНУ ім. Тараса Шевченка, ІГБ. Київ, 13-14 листопада, 2018 р., К.: Ніка-Центр. С.125
22. Бордюг Н. С. Аналіз стану річки Тетерів в Коростишівському районі / Н. С. Бордюг, Л. М. Костриця // *Зб. наук. пр. Подільського держ. аграр.-техн. ун-ту. Спец. вип.: Сучасні проблеми збалансованого природокористування: матеріали ІХ наук.-практ. конф., 27–28 листопада 2014р.* С. 110–112.
23. Юрасов С.М., Кур'янова С.О., Юрасов М.С. Комплексна оцінка

якості вод за різними методиками та шляхи її вдосконалення. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2009, №5.С.42-53

24. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. проф. А.В. Караушева. Изд. 2-ое. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 285 с.

25. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [URL:https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text) (дата звернення 31.03.2022)

26. Як «готують» питну воду для житомирян. Фоторепортаж. [URL:https://www.zhitomir.info/news_172257.html](https://www.zhitomir.info/news_172257.html)

27. ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. [URL:https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=53159&minregion=852](https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=53159&minregion=852) (дата звернення 31.02.2022)

28. Даус М.Є., Кічук Н.С., Романчук М.Є., Шакірманова Ж.Р. Динаміка мінералізації і вмісту головних іонів у поверхневих водах басейну Дніпра за період 1990-2015 роки. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. 2018. № 3 (50). С.6-22

29. С. М. Юрасов, В. А. Кузьмина. Иригационная оценка качества вод Сасику. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2019, № 24 С. 124-133

30. Костяков А. Н. Основы мелиораций. Москва : Государственное из-во сельскохозяйственной литературы, 1960. 189 с.

31. Практикум по курсу «Мелиорация почв» / Зайдельман Ф. Р., Смирнова Л. Ф., Шваров А. П., Никифорова А. С. Москва : изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007. 66 с.

32. Алёкин О. А. Основы гидрохимии. Ленинград : Гидрометеиздат, 1970. 446 с.

33. Безднина С. Я. Научные основы оценки качества воды для орошения. Рязань: Изд. РГАТУ, 2013. 171 с.

ДОДАТКИ

Перелік публікацій за темою кваліфікаційної роботи магістра

1. Усачов О.Д., Романчук М.Є. Оцінка екологічної обстановки р.Тетерів – смт Іванків, яка заснована на понятті ГДК. 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. С.240-242
2. Усачов О.Д., Романчук М.Є. Оцінка якості води р.Тетерів–м.Житомир за індексом забруднення (ІЗВ) та модифікованим індексом (ІЗВ мод). Матеріали щорічної міжнародної науково-технічної конференції «Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів». (студентська секція). Харків, 2021.С.128-130
3. Усачов О.Д. Оцінка якості води р.Тетерів–м.Житомир за індексом забруднення. Матеріали XX наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ (26-30 квітня).Одеса. 2021 р. С.87-88
4. Усачов О.Д., Романчук М.Є. Розподіл концентрації мінералізації води та головних іонів в межах створу р.Тетерів – смт.Іванків.VIII Міжнародна наукова конференція молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (26 - 27 листопада 2020 року). Харків. 2020 . С.116-117
5. Усачов О.Д., Романчук М.Є. Особливості розподілу біогенних речовин в басейні р.Тетерів – м.Житомир в залежності від фаз водного режиму II Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (2 - 3 грудня 2021 р.), Полтава. 2021. С.319-322
6. Усачов О.Д., Романчук М.Є. Вплив специфічних речовин токсичної дії на якість води річки Тетерів. VII Міжнародна заочна науково-

практична конференція "Актуальні питання біологічної науки": Збірник статей. Ніжин: НДУ ім.Миколи Гоголя, 2021.С.181-185

7. Романчук М.Є., Усачов О.Д. Аналіз розподілу речовин токсичної дії по фазах водного режиму в межах басейну р.Тетерів – м.Житомир. Вісник Гідрометцентру Чорного та Азовського морів. Державна гідрометеорологічна служба України. Одеса. 2021. № (26). С.37-44

8. Романчук М.Є., Усачов О.Д. Оцінка якості води р.Тетерів – м.Житомир, як об'єкта рибогосподарського водокористування. Водні біоресурси та аквакультура /Науковий журнал, Херсон: Видавничий дім «Гельветика» № 2(10). 2021. С.152-163

9. Рибогосподарське використання річки Тетерів. Матеріали XXI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ (26-30 квітня). Одеса. 2021 р. 23-27 квітня 2022 р