

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра екологічної безпеки та економіки природокористування

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Штоколова Ольга Василівна

УДК 628.1.033
(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**«Аналіз технологічних процесів підготовки питної води в умовах КП
“ЖИТОМИРВОДОКАНАЛ”»**

183 Технології захисту навколишнього середовища
Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Науково-професійна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ О.В. Штоколова

Науковий керівник
Борисюк Борис Васильович

к. с-г. н., доцент

АНОТАЦІЯ

Штоколова О.В. Аналіз технологічних процесів підготовки питної води в умовах КП «ЖИТОМИРВОДОКАНАЛ. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступення магістр зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» – Поліський національний університет, Житомир. 2020.

Матеріали кваліфікаційної роботи містять огляд актуальності теми дослідження здобувача магістерського ступення, програма та методика досліджень, результати аналізів та обговорення їх значимості.

В роботі наведена технологічна схема водопідготовки на КП «Житомирводоканал». Проведена порівняльна оцінка зміни технологічної якості поверхневих вод річки Тетерів (водозабір «Відсічне») за період 2010 – 2020 роки.

Приведені данні та їх обговорення динаміки сезонних коливань фізико-хімічних показників якості питної води в резервуарі другого підйому КП «Житомирводоканал».

Ключові слова: поверхневі води, водозабір, технологія очистки, коагулянт, освітлення, знезараження, питна вода, фільтрування, гігієнічні виоги, екологічна безпека.

SUMMARY

Shtokolova OV Analysis of technological processes of drinking water preparation in the conditions of KP "ZHYTOMYRVODOKANAL. - Qualification work on the rights of the manuscript.

Scientific and professional work for a master's degree in specialty 183 - Environmental Technologies. - Polissya National University, Zhytomyr. 2020

The materials of the qualification work contain an overview of the relevance of the research topic of the master's degree, the program and methods of research, the results of analyzes and discussion of their significance.

The technological scheme of water treatment at KP "Zhytomyrvodokanal" is given in the work. A comparative assessment of changes in the technological quality of surface waters of the Teteriv River (water intake "Vidsichne") for the period 2010 - 2020.

The data and their discussion of the dynamics of seasonal fluctuations of physical and chemical indicators of drinking water quality in the reservoir of the second rise of KP "Zhytomyrvodokanal" are given.

Key words: surface waters, water intake, purification technology, coagulant, lighting, disinfection, drinking water, filtration, hygienic vines, ecological safety.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ВСТУП	5
РОЗДІЛ I. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ (огляд літератур)	
1.1. Основні проблеми і наслідки забруднення гідросфери	7
1.2. Оцінка якості поверхневих вод та питної води	8
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Програма та методика досліджень	10
2.2. Суб'єкт дослідження. Загальні відомості	12
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ	
3.1. Екологічна оцінка стану джерела водопостачання	14
3.2. Очистка та знезараження річкової води на 1-му підйомі	19
3.3. Підготовка питної води на 2-му підйомі	21
РОЗДІЛ IV. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ	
4.1. Динаміка змін показників якості питної води за 10 річний період	24
4.2. Сезонна динаміка показників якості питної води	28
ВИСНОВКИ	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	34
ДОДАТКИ	36

ВСТУП

Актуальність кваліфікаційної роботи. Проблема якісної питної води в Україні зумовлена цілим рядом чинників, одними з найважливіших яких є стан водних джерел та ефективність технологій водопідготовки. Ефективні технології водопідготовки мають забезпечувати показники якості питної води на рівні норм ДСанПіН, що має стати запорукою здоров'я населення [20]. Цей пріоритет віднесений Всесвітньою організацією охорони здоров'я до шести проблем, які потребують негайного вирішення.

Тема магістерської роботи є актуальною на даному етапі розвитку господарських систем міста Житомира, бо чиста вода є необхідною умовою життєдіяльності складових міських систем.

Об'єкт дослідження – динаміка гідрохімічних показників поверхневих вод водозабору «Відсічне» та показники якості питної води.

Предмет дослідження – водозабір та технологія водопідготовки КП «Житомирводоканал» м. Житомира.

Зв'язок зі спеціальністю. Виконана магістерська робота повністю відповідає освітній-навчальній програмі зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

Мета досліджень – оцінка якості комплексної підготовки питної води для водогінних мереж міста Житомира.

Новизна роботи – оцінюється річна динаміка показників поверхневих вод в акваторії водозабору м. Житомир «Відсічне» та питання вдосконалення технологічних процесів підготовки питної води в умовах КП «Житомирводоканал».

Практична оцінка роботи — набуття навичок екологічного аналізу стану роботи інженерних споруд очистки і підготовки питної води.

Апробація результатів досліджень. Основні положення і результати досліджень 2020 року апробовані на наукових семінарах і представлені на конференціях, зокрема:

- Міжвузовській науков-практичному онлайн-семінарі «Мої знання сьогодні-мій капітал завтра» ПВЗН «Буковинський університет»;

- Магістерські читання – 2020 ПНУ м. Житомир. (ДОДАТКИ)

Основні положення, що виносяться на захист:

- стислий аналіз сучасних методів очистки та підготовки питної води;
- загальна характеристика споруд комплексної підготовки питної води об'єктом дослідження;
- динаміка гідрохімічних показників поверхневих вод на водозаборі «Відсічне»;
- оцінка технологічних процесів підготовки питної води;
- висновки та пропозиції.

Структура роботи: Кваліфікаційна робота обсягом 35 сторінок основного тексту містить: 5 таблиць, 13 схем та малюнків. Складається зі вступу, чотирьох розділ, списку використаної літератури та додатків.

Джерелом відомостей про комплексну підготовку питної води; є “Технологічний регламент водопровідно-каналізаційного господарства м. Житомира”, статистичні матеріали Контрольно-вимірювальної лабораторії КП «Житомирводоканал», нормативна документація та літературні джерела відповідного спрямування.

РОЗДІЛ I. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ (огляд літератур)

1.1. Основні проблеми і наслідки забруднення гідросфери

Втручання людини у природні процеси зростає неспинними темпами. На жаль, сьогодні антропогенний тиск порушує хитку рівновагу гідрологічних систем, як морів, так і великих озер, особливи річок – головне джерело питного водопостачання населення [2]. Серед чинників порушення екології водойм це і значний відбір вод річок для зрошення, зниження рівня наповненості рік тощо. В результаті діяльності людей гідросфера змінюється не тільки якісно, але і кількісно [6, 21].

Річки, як кров планети Земля, зазнали за останні десятиліття суттєвих змін.

Перед усім змінився водний баланс рік, якість поверхневих вод та інші характеристики, що суттєво змінило екологію цих водних систем

Для оцінки рівня забруднення та головних факторів деградації водних систем виділяють та класифікують види і чинники забруднення таблиця 1.1

Таблиця 1.1.

Види (типи) забруднення поверхневих та підземних вод

Вид забруднень	Чинники дії
Фізичне (механічне)	Осадкові породи: пісок, глина, пил, мул
Хімічне	Органічні та неорганічні сполуки природного чи штучного походження: ПАР, миючі та інші засоби очистки, добрива, пестициди солі важких металів тощо.
Біологічне	Біогенні речовини та мікроорганізми не характерні для водного середовища, (бактерії, віруси), яйця гельмінтів, спори грибів

Теплове	Теплі води ТЕС, ГЕС та інших силових агрегатів
Радіаціне	Радіоізотопи

Особливу небезпеку складають собою високотоксичні сполуки із значною стійкістю до їх природніх факторів (пестициди, діоксиди, важкі метали, ПАР) [1]. Загибель планктону, бентосних організмів серед переліку змін спричинених забрудненням прісноводних джерел водопостачання населення. Біологічне різноманіття основа самоочищення води, джерело газообміну. стійкості та гомеостазу біосфери. Тому, загибель фітопланктону може призвести до зменшення розчинного кисню у воді та значно вплинути на загальну кількість кисню в атмосфері Землі [5].

1.2 Оцінка якості поверхневих вод та питної води

Зважаючи, що 70% питного водопостачання здійснюється з поверхневих джерел, фізико-хімічні показники поверхневих вод мають відповідати вимога II-III класу якості [14, 19]. Рівень забезпеченості населення якісною питною водою є показником якості життя. У зв'язку зі скидами у природні водойми значної кількості недостатньо очищених та неочищених стоків значно змінився склад та властивості поверхневих вод [15].

В численних публікаціях [24, 25] традиційно використовуються для аналізу та оцінки якості поверхневих вод перевищення показників гранично допустимих концентрацій (ГДК). Цей підхід дозволяє оцінювати забруднення води за окремими домішками. Для загальної оцінки якості вод більш інформативним є інтегральний показник – індекс забруднення води (ІЗВ). Фізико-хімічний склад поверхневих вод річок змінюється просторово і в часі [4, 20].

Так, для річок України існує стала тенденція сезонних коливань фізико-хімічних показників поверхневих вод [15, 19]: взимку спостерігається

зростання показників твердості і хлоридів, веною вмісту нітратів, в літку показника хімічного споживання кисню, восени загальна нестабільність переважної більшості контрольованих показників.

Одним з чинників забруднення та хімічним каталізатором евтрофних процесів у поверхневих водах є надходження біогенних речовин, особливо сполук азоту та фосфору [17]. Як наслідок, зростання показників вмісту нітратів, полі фосфатів, токсичних речовин тощо.

Шкідливий антропогенний вплив на водні об'єкти, призводить до того, що діючі на багатьох водоканалах технології водопідготовки питної води є мало ефективними у зниженні забруднення. Знижується ефективність сучасних реагентів – коагулянтів, флокулянтів, хлору [3, 19].

Фізико-хімічні показники поверхневих вод, цільове призначення води та вимоги СанПід визначають вибір технології підготовки води. Технологічний аспект водопідготовки обов'язково має враховувати якість води джерела постачання у різні пори року, ступінь забруднення та якість застосованих реагентів [18].

РОЗДІЛ II. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

2. 1. Програма та методика дослідження

У програму спостережень за якістю води поверхневих водних джерел входять:

Програма досліджень включає:

- спостереження фізико-хімічних показників поверхневих вод на водозаборі «Відсічне»;
- спостереження фізико-хімічних показників якості питної води в резервуарах чистої води (РЧВ) другого підйому;
- оцінка динаміка показників якості питної води в РЧВ за порами року.
- спостереження за органолептичними показниками якості води;

При моніторингових спостереженнях за якістю поверхневих (води водозабору «Відсічне») контрольованими параметрами є:

- ✓ Запах при 20 С⁰
- ✓ Каламутність, мг/дм³
- ✓ Кольоровість, градуси;
- ✓ Жорсткість, мг-екв/дм³
- ✓ Хлориди, мг/дм³
- ✓ Нитрити мг/дм³;
- ✓ Нітрати, мг/дм³;
- ✓ Al, мг/дм³
- ✓ Fe, мг/дм³;
- ✓ Поліфосфати, мг/дм³
- ✓ Ca, мг/дм³
- ✓ Mn, мг/дм³
- ✓ рН;
- ✓ Cr , мг/дм³

✓ Нікель, мг/дм³

✓ ПАР, мг/дм³.

Моніторинг якості питної води включає дві складові:

- 1) - постійний контроль якості на рутинній основі для перевірки того, що очищення і розподіл води відповідають поставленим задачам, і існуючим правилам;
- 2) - періодичні мікробіологічні обстеження і санітарний нагляд за всією системою водопостачання від джерела до споживача.

Методика дослідження полягає в аналізі процесів підготовки питної води, що здійснюються на КП «Житомирводоканал» – використовувалась загально прийнята методика, яка базується на ряді різних нормативних актів і документів в галузі охорони довкілля.

Відбір, зберігання та транспортування проб води проводили згідно КНД 4979 – 95.

Гідрохімічні аналізи виконувалися згідно методик:

Кольоровість, каламутність, запах – ГОСТ 3351-74;

Водневий показник рН – ДСТУ 4077-2001;

Алюміній – ГОСТ 18165-89;

Жорсткість – ГОСТ 4151-72;

Залізо загальне – ГОСТ 4011-72;

Хлориди – ГОСТ 4245-72;

Важкі метали - атомно-абсорбційна спектрофотометрія.

КНД 18826 – 95. Вода питна. Метод визначення вмісту нітратів.

Стан води контролюється екологічною лабораторією. Контроль якості води здійснюється на спеціалізованій апаратурі у відповідності до затверджених методик - за критеріями та показниками Державних санітарних норм і правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

При здійсненні контролю за станом вод та стоків використовуються фізичні, хімічні, біологічні та органолептичні методи.

Гігієнічна оцінка водоочисних пристроїв повинна включати такі етапи:

- органолептичні дослідження води до і після водоочисного пристрою;
- санітарно-хімічні дослідження води до і після водоочисного пристрою; [9, 11].

2.2. Суб'єкт дослідження. Загальні відомості

Комунальне підприємство «Житомирводоканал» забезпечує водою населення м. Житомир і околиць на рівні – близько 245,6 тис. осіб, а також цілий ряд організації та підприємства, закладів і установ освіти, об'єктів соціальної інфраструктури, культури та побуту біля - 2479 абонентів.

Головне завдання - очищення поверхневих вод від домішок і токсикантів, які містяться в ній, і безперебійне забезпечення населення чистою питною водою на протязі року.

З історичної довідки міський водопровід м. Житомира був побудований у 1898 році. Водозабір і водопровідна станція розташовувались в межах міста на лівому березі р. Тетерів вище впадання р. Кам'янки. Початкова добова продуктивність споруд складала 500 кубічних метрів, яка задовольняла потреби міста.

Водосховище «Відсічне» - одне з двох джерел водопостачання питною водою міста Житомир побудовано у 1972 році. Резервним джерелом є водосховище «Дениші». Це водосховище виконує роль підживлення водосховища «Відсічне» та сезонного регулювання стоку води річки Тетерів. Обидва водосховища це зарегульовані водойми річки Тетерів. Падіння ріки на різноманітних її ділянках змінюється від 0,42 до 1,2 м на кілометр. Глибина ріки в обніжок, у середньому, від 0,7 до 1,0 м, на плесах доходять до 2–3 м.

Зарегульованість річки мала позитивний характер для ефективного нагромадження обсягів необхідної води, однак з часом набула негативних чинників зниження показників які визначають клас води [3].

Сьогодні, в умовах зниження кількості атмосферних опадів в басейні річки Тетерів дискутується питання альтернативних артезіанських джерел

водопостачання міста Житомир

Гідрогеологічні умови міста обумовлені його геологічною будовою. У місті є 3 водоносних обрії:

1-й водоносний обрій укладений у лесові товщі. Утворення цього першого від поверхні обрію ґрунтових вод розвинуте в центральній і північно-східній частинах міста. Водопором обрію служать різниці тих же лессоподібних суглинків.

2-й водоносний обрій пов'язаний із різноманітними породами четвертинного віку в південній частині міста. Він приурочений до флювіогляціальних пісків, що залягають безпосередньо в центральній і північній частині плато на межах.

3-й водоносний горизонт – це тріщинкуваті води кристалічних порід докембрію. Води двох перших водоносних обріїв, що зустрічаються повсюдно на території міста, є безнапорними і живляться винятково за рахунок атмосферних опадів. Амплітуда коливання обріїв досягає 1,5-2 м. Найвищий обрій ґрунтових вод припадає на весняний і осінній сезони. За своїм хімічним складом ці води відносяся до гідрокарбонатно-кальцієвих, м'яких, прісних або слабкомінералізованих. Третій водоносний обрій залягає під прошарком каоліну і первинних глин у тріщинах кристалічних порід. Повсюдно води цього обрію напірні, із висотою напору 24 м. Обрій розкритий шпарами в основній масі на глибині 40-60 м, окремими – на 120 м. При цьому сталий статистичний рівень становить 3-8 м нижче поверхні землі. Джерелом підживлення цього водоносного обрію в районі міста і весь великий район Українського кристалічного масиву є інфільтрація атмосферних опадів. У районі м. Житомир тріщинні води можуть служити тільки додатковим джерелом водопостачання міста в особливий період із-за своєї специфіки залягання, низького розміру дебіту і нерівномірної водонасиченості. Для забезпечення необхідних обсягів води необхідно мати до 300 артезіанських скважин на території міста з відповідним їх облаштуванням.

РОЗДІЛ III. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ

3.1 Екологічна оцінка стану джерела водопостачання

Поліський край порівнюють з перлиною України за кількістю водой і водотоків. Порівняно з іншими регіонами країни Житомирська область сьогодні, уже належить до територій низького водозабезпечення. Аналіз якості поверхневих вод області засвідчують високий рівень техногенного навантаження на водні системи, а відповідно і зміни фізико-хімічних показників вод.

Найбільш часто серед річок регіону з ознаки низького класу води для питного водопостачання відмічають річки Тетерів і Гнилопять в південних регіонах області. Екологія річок Ірпінь та Уборть є найбільш привабливою, як з точки зору джерел водопостачання, так і рекреації, відпочинку. Якість води значною мірою визначається екологічним станом басейну річки: рівнем урбанізації, ступенем забруднення та використанням водних ресурсів. Тетерів – права притока Дніпра. Довжина Тетерева 385 км, площа басейну – 15300 км².

В основному річка Тетерів тихпрлинна, проте в на деяких ділянках має ознаки гірської, особливо у витоків (має перекати). На рис. 2.1. зображений фрагмент тічки Тетерів біля м. Житомира.



Рис. 3.1. Річка Тетерів біля Житомира

На берегах р. Тетерів та її притоку вище створу водозбору розташований цілий ряд населених пунктів, із яких найбільш значні с.м.т. Чуднів і сел. Іванопіль. Річка, особливо у верхньому і середньому плині, є джерелом енергії для ГЕС і мірошницьких установок, використовується для водопостачання.

У населених пунктах басейну р. Тетерів розміщені такі виробничі об'єднання: селище Іванопіль – цукровий завод; село Галієвка – маслозавод; с.м.т. Чуднів – спиртосоковий комбінат.

Населені пункти не мають у своєму розпорядженні централізовану каналізацію. Локальні каналізаційні споруди мають деякі промислові підприємства та організації.

Село Галієвка розміщується також на ріці Тетерів у 62 км від водозбору. Стічні води від виробничих цехів, побутових помешкань Галієвського маслозаводу, а також від мийки автоцистерн скидаються на очисні споруди (поля фільтрації). Умовно чисті теплі води від компресорів і вакуум-апаратів скидаються безпосередньо в р. Тетерів. Ці води необхідно ввести в систему зворотнього(оберненого) водопостачання. Кількість стоків, що піддаються опрацюванню, складає 180 м³/добу (65,7 тис.м³/рік). Кількість стоків, що скидаються без обробітку – 2400м³/добу (876 тис.м³/рік).

Чуднівський спиртовий комбінат розміщений вище створу водозбору в 45 км. На підприємстві частина стоків (забруднені) скидається на очисні споруди. Площа карт полів фільтрації 5га недостатня, відстійники переобтяжуються. Умовно-чисті води (після охолодження змійовиків) скидаються в р. Тетерів.

Будинок відпочинку розміщується в с. Денеші. Має повний цикл новопобудованих очисних споруд каналізації в аварійному стані. Близько знаходиться дитячий будинок в 200–300 м від ріки. Стічні води скидаються станцією перекачування на очисні споруди санаторію Денеші. Всі ці виробничі об'єднання так чи інакше впливають на стан джерела водопостачання р. Тетерів, тому що час від часу вони спричиняють аварійні

скидання забруднених стічних вод. Метою досліджень було встановлення закономірностей в динаміці показників якості поверхневих вод річки Тетерів за 10 років.

Основні види забруднювачів р. Тетерів наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Основні види забруднювачів р. Тетерів

Назва джерела забруднення	Вид забруднення	Інтенсивність забруднення
Цукровий завод с. Іванопіль	Стічні води	2000 м ³ /добу (300 тис. м ³ /рік)
Маслозавод с. Галіївка на річці Тетерів – 62 км від водозабору	Стічні води заводу, побутові води скидаються на поля фільтрації. Умовно-чисті теплі води скидаються безпосередньо у річку	2400 м ³ /добу (876 тис. м ³ /рік)
Чуднівський спирто-соковий комбінат – вище водозабору 45 км.	Виробничі стічні води.	840 м ³ /добу (250 тис. м ³ /рік)
Санаторій «Дениші»	Побутові стічні води	260 тис м ³ /рік

Для господарсько-питних потреб м. Житомира, вода використовується з водоймища “Відсічне” (рис. 3.1).

Рис 3.1. Гребля водосховища “Відсічне” на річці Тетерів з водозабірними спорудами

Усереднені дані вмісту інгредієнтів у водозаборі “Відсічне” за 2010 рік, за 1-й квартал 2011 року та ряду місяців 2020 року наведені у табл. 3.2.

За наведеними даними таблиці 3.2 визначаємо санітарний стан водойми водозабору “Відсічне”. Метод сумарного ефекту впливу на санітарний стан водоймою дає узагальнений інформаційний показник, що є об’єктивним критерієм якості поверхневих вод.

Цей показник розраховується за формулою за принципом акумулятивного ефекту:

$$\sum C_i / ГДК_i \leq 1 \quad (2.1)$$

де C_i — концентрація i -тої шкідливої речовини в стічній воді;

$ГДК_i$ — граничне допустима концентрація i -тої шкідливої речовини;

Розрахунок засвідчив, що дана умова не дотримується і санітарний стан водойми не відповідає нормативним вимогам, тому слід вживати заходів щодо підвищення ефективності очищення стічних вод.

Проводимо порівняльні розрахунки відношень концентрації забруднюючих речовин до їх ГДК:

$$C_{\text{хлориди}} / ГДК_{\text{хлориди}} + C_{\text{нітриди}} / ГДК_{\text{нітриди}} + C_{\text{нітрати}} / ГДК_{\text{нітрати}} + C_{\text{зал.}} / ГДК_{\text{зал.}} + C_{\text{хром}} / ГДК_{\text{хром}} + C_{\text{нікель}} / ГДК_{\text{нікель}} \leq 1$$

За 2010 рік:

$$27,8/15 + 0,026/3 + 1,15/45 + 0,32/0,5 + 0,001/0,3 + 0,021/2 = 2,587$$

За перший квартал 2011 року:

$$14,1/15 + 0,01/3 + 0,44/45 + 0,82/0,5 + 0,001/0,3 + 0,076/2 = 2,667$$

За січень-жовтень 2020 рік

$$27,3/15 + 0,0056/3 + 0,29/45 + 0,46/0,5 + 0,001/0,3 + 0,006/2 = 2,754$$

За перший квартал 2020 року

$$20,7/15 + 0,0046/3 + 0,46/45 + 0,45/0,5 + 0,001/0,3 + 0,004/2 = 2,295$$

Порівняльний аналіз зміни фізико-хімічних показників поверхневих вод водозабору «Відсічне» за останні десять років засвідчує (табл. 3.2) ріст показників каламутності з 1. 5 до 8,5 мг/дм³, кольоровості з 28 до 53 градусів,

показника загального заліза з 0,32 до 0,46 мг/дм³, поліфосфатів з 0,01 до 0,03 мг/дм³, Са майже у 20 разів з 2,9 до 50 мг/дм³, поверхнево активних речовин у 4 рази.

Таблиця 3.2

**Усереднені дані вмісту інгредієнтів у водозаборі “Відсічне” за 2010,
за I квартал 2011 та 2020 роки**

Дата	2010	1квартал 2011	Січень–Жовтень 2020	1 квартал 2020
Показники	Водозабір “Відсічне”			
Запах при 20 С ⁰	Осб/1	Осб/1	Осл./1	Осл./1
Каламутність, мг/дм ³	1,5	2,4	8,5	5,7
Кольоровість, градуси	28	8,2	53	42
Жорсткість, мг-екв/дм ³	4,4	3,4	3,7	3,7
Хлориди, мг/дм ³	27,8	14,1	27,3	20,7
Нітрити, мг/дм ³	0,026	0,01	0,0056	0,0046
Нітрати, мг/дм ³	1,15	0,44	0,29	0,46
Al, мг/дм ³	0,04	0,04	0,04	0,04
Fe, мг/дм ³	0,32	0,82	0,46	0,45
Поліфосфати, мг/дм ³	0,01	0,02	0,03	0,01
Са, мг/дм ³	2,9	2,4	50,09	55,4
Mn, мг/дм ³	1,5	1,0	0,230	0,24
Cr, мг/дм ³	0,001	0,001	0,001	0,001
pH	7,78	7,53	8,04	8,01
Нікель, мг/дм ³	0,021	0,076	0,006	0,004
ПАР, мг/дм ³	0,01	0,01	0,04	0,02

За даних розрахунків можна зробити висновки, що сумарний ефект впливу на санітарний стан водойми кількох шкідливих речовин у 2010 та 2011 роках у воді водойми водозабору “Відсічне” практично у тричі перевищує норматив. Вирішальну роль у цьому відіграють підвищена концентрація хлоридів та заліза. Це у свою чергу є підставою для прийняття

відповідних рішень у процесі вдосконалення водопідготовки питної води на 2-му підйомі [10, 12, 13].

За останні десять років сумарний ефект впливу на санітарний стан водойми зріс з 2,587 до 2,754.

В першому кварталі 2020 року ми відмічаємо дещо нижчий прказник порівняно з I кварталом 2011 роком, проте за весняні, літні та осінні місяці ця тенденція у 2020 році кардинально погіршується. Як наслідок, сумарний ефект впливу на санітарний стан водоймища зріс, що і визначили зниження якості ряду фізико-хімічних показників поверхневих вод річки Тетерів. І для забезпечення дотриманні вимог відповідності фізико-хімічних показників якості питної води ДСанПВІН «Гігієнічні вимоги до воли питної, призначеної для споживання людиною» необхідні зміни до технологічного регламенту водопідготовки на очисних спорудах першого і другого підйомів КП «Житомирводокал».

3.2 Очистка та знезараження річкової води на 1-му підйомі

Проектна потужність очисних споруд 102000 м³ очищеної води на добу. Під час процесу водопідготовки використовується як двоступенева схема (з швидкими фільтрами і відстійниками), так і одноступенева – із застосуванням освітлювачів.

Для повноцінного водозабору на річці Тетерів земляною греблею вище 1,2 км. від впадання річки Гнилопять було створене водосховище «Відсічне». Гребля побудована для того, щоб ізолювати верхів'я Житомирського водосховища, де розташований госпитний водозбір міста, від тієї частини водосховища, куди впадає р. Гнилоп'ять, забруднена стічними водами Бердичівського шкірзаводу.

На сьогодні гребля укріплена бетонними плитами, її ширина нагребні складає 8 м., довжита 373 м. Створення греблі забезпечило формування 320 га. площі водного плесу водосховища «Відсічне».

Завдяки чому, корисний обсяг водосховища складає 10,2 млн. м³ дозволяє забезпечувати неприривно до – 13,2 мільйонів кубічних метрів води у

рік., мертвий запас складає – 3,2 млн. м³.

Поверхневі води водосховища “Відсічне” фільтрується через надшвидкісні фільтри (мікрофільтри) (рис. 2.2), які призначені для очищення річкової води від механічних домішок.



Рис.3.2. Надшвидкісні фільтри

Очищена річкова вода від механічних домішок надходить на первинне хлорування на 1-му підйомі (рис. 3.3).



Рис. 3.3 Хлордозаторна станція



Рис. 3.4. Насосна станція 1-го підйому

Частково підготовлена вода за допомогою насосної станції з 1-го підйому подається на очисні споруди 2-го підйому (рис.3.4).

3.3 Підготовка питної води на 2-му підйомі

Для підготовки питної води на 2-му підйомі застосовують дві схеми очищення води: одноступінчасту та двохступінчасту.

Одноступінчасте очищення води на контактних освітлювачах

Одноступінчата схема – проектна потужність 100 тис.м³/добу. Вода з 1-го підйому надходить у приймальну камеру, що складається з 3 відсіків. У першому відсіку встановлені повітряно-відокремлювані сітки, у другому – власне контактній камері надходить хлор, а третій призначений для змішування з відповідним набором реагентів (коагулянт і флокулянт).

Після змішувачів вода надходить на контактні освітлювачі (рис. 3.5), що призначені для очищення високо кольорової маломутної води.



Рис 3.5. Контактні освітлювачі

Контактні освітлювачі в кількості 10 штук засипані кварцовим піском, товщина протоки якого 2 м. Під ним розміщується підтримуюча протока з щебеню різноманітної фракції.

Вода змішана з коагулянтном по системі водопроводів в щебеневій відсипці проходить до РЧВ. Очищена вода, через переливні жолоби перед подачою в магістральні водопроводи, зберігається в резервуар чистої води.

Двохступінчата схема очищення води

Прохлорована вода за допомогою насосів 1-го підйому подається в змішувачі, де відбувається перемішування води з реагентами.

Завдяки активній зміні швидкості відбувається ефективно перемішування хлорованої води з коагулянтном. Хлор і коагулянт вводяться перед змішувачем, флокулянт подається у верхню частину змішувача. На рис. 3.6. зображена хлордозаторна очисних споруд водопроводу на станції другого підйому.



Рис 3.6. Хлордозаторна

Зі змішувачів вода надходить у камеру пластівцеутворення, призначення якої забезпечити утворення пластівців коагулянту. Після, вода надходить у відстійник, де відбувається осідання часток, що зависли. Потім із відстійників вода подається на кінцеве очищення від часток, що зависли, на швидкісні безнапірні фільтри в кількості 16 штук. Швидкісні фільтри використовуються для освітлення каламутної і кольорової води після коагуляції і відстоювання.

Водоканалом м. Житомир проводиться первинне і вторинне хлорування рідким хлором за ГОСТ 6718-68.

Первинне – з ціллю окислення органічних колоїдів, а *вторинне* — з ціллю обеззараження води. Використовують таку дозу реагенту:

- первинне хлорування — 4,0 мг/л;
- вторинне хлорування — 1,0 мг/л

При необхідності доза хлору може бути збільшена до 10 мг/л. Час контакту води з хлором повинен бути не менше 0,5 години. При хлоруванні природних вод, що містять органічні сполуки, природного або антропогенного походження утворюються летючі галоген органічні сполуки і тригалометани (ТГМ), що визнані Всесвітньою організацією охорони здоров'я канцерогенними. Споживання питної води, що містить ТГМ, є потенціальним фактором підвищеної онкологічної захворюваності населення.

РОЗДІЛ IV. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

4.1 Динаміка змін показників якості питної води за 10 річний період

ВООЗ запропонований «Міжнародний стандарт якості питної води» (МСПВ-73). Цей стандарт регламентує вміст у воді шкідливих речовин (їх гранично допустимі концентрації) за нормативом добового споживання 3 л води. Багато країн світу користуються своїми стандартами, які в основному ґрунтуються на МСПВ-73, проте враховують природні та інші регіональні особливості.

Оцінку якості питної води, а відповідно і ефективності технології водопідготовки, проводять у порівнянні з відповідними критеріями Державного стандарту яким на сьогодні є ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Ці правила і норми визначають придатність води для питних цілей на підставі оцінки її безпеки в епідемічному відношенні, нешкідливості хімічного складу, органолептичних властивостей і радіаційної безпеки тощо.

Показники якості води після водопідготовки отримані з лабораторних досліджень наведені у таблиці 3.2.

Порівняльний аналіз фізико-хімічних показників якості питної води отриманої після очистки з водосховища «Відсічне» засвідчує зростання показника жорсткості з 3,3 до 3,52 мг-екв/дм³, хлоридів з 21, 3 до 42,41 мг/дм³, нітратів з 0,44 до 2, 09 мг/дм³.

Погіршення показників якості питної води ми перед усім пов'язуємо з погіршенням за 10 років фізико-хімічних показників поверхневої води річки Тетерів (табл 3.2).

Якщо з окремими показниками діюча технологія очистки води з використанням коагулянта гідроксихлориду алюмінію «ПолвакTM 40» забезпечує високу ефективність, то з ряду показників ні. Так, гідрофізичні

показники: кольоровість, каламутність значно поліпшились з 3,6 до 1,05 мг/дм³ і з 20 до 11,5 градуси відповідно таблиця 3.2.

Таблиця 3.2

Показники якості води після водопідготовки в 2010 та 2020 роках

Показники	Показники 2010		Показники 2020 року (РЧВ)	Нормативні показники
	Відстійник I	Резервуар чистої води		
Запах при 20 С ⁰	осл./1	осл./1	осл/1	> 2
Каламутність, мг/дм ³	3,6	1,4	1,05	> 0,58
Кольоровість, градуси	22	20	11,5	> 20
Жорсткість, мг-екв/дм ³	3,3	3,2	3,52	> 7,0
Хлориди, мг/дм ³	21,3	33,0	42,41	> 250
Нітрити, мг/дм ³	0,003	0,003	0,003	> 0,5
Нітрати, мг/дм ³	0,44	0,44	2,09	> 45
Al, мг/дм ³	0,3	0,39	0,076	> 0,5
Fe, мг/дм ³	0,31	0,25	0,1	> 0,2
Поліфосфати, мг/дм ³	0,015	0,01	0,023	> 3,5
Ca, мг/дм ³	2,3	2,3	2,4	> 180
Mn, мг/дм ³	0,9	0,9	0,044	> 0,05
Cr, мг/дм ³	0,001	0,001	0,001	> 0,05
pH	7,63	6,94	7,13	6,5 – 8,5
Нікель, мг/дм ³	0,063	0,051	0,002	> 0,1
ПАР, мг/дм ³	0,01	0,01	0,01	> 0,01

20.07.14



ОБЩЕСТВО С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
 ПОЛОГОВСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД «КОАГУЛЯНТ»
 ул. Крупской, 243, г.Пологи Запорожской обл., 70605, Украина
 e-mail: main@coagulant.com.ua www.coagulant.com.ua

СЕРТИФИКАТ КАЧЕСТВА

№	PV40 - 9
Тип	IV
Дата	24.07.14

1. Наименование: **ГИДРООКСИХЛОРИД АЛЮМИНИЯ «ПОЛВАК™ - 40»**
 Коагулянт ПОЛВАК™ - 40 рекомендован Государственным комитетом строительства, архитектуры и жилищной политики Украины для использования в технологических процессах очистки воды на водопроводных станциях.

2. Количество: 2.1. Вес физический, т 20,34 2.2. Вес базовый, т 34,14

3. Упаковка: 3.1. Автоцистерна 3.2. ЖД цистерна
 3.3. Контейнер 3.4. Количество мест 14

4. Транспортировка: 4.1. Машина 4.2. Накладная
 4.3. Цистерна 4.4. Квитанция

5. Получатель: Житловий водоканал

6. Химический состав:

НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ	ТУ У 19155069.001-1999 с изм.1-4				Фактически
	Норма				
	Тип				
	I	II	III	IV	
6.1. Внешний вид	Зеленовато-желтая жидкость; допускается наличие других оттенков и мути.				
6.2. Массовая доля оксида алюминия (Al ₂ O ₃), %, не менее	10±0,5	14±0,5	16±0,5	17±0,5	<u>16,8</u>
6.3. Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,3				<u>0,0076</u>
6.4. Массовая доля хлоридов, %	18±5				<u>21</u>
6.5. Плотность при 20 °С, г/см ³	1,36±0,15				<u>1,34</u>
6.6. Относительная основность, %	35,0-45,0				<u>43</u>

7. Формула пересчета физических тонн в базовые:

$$\text{Вес базовый, т} = \frac{\text{Вес физический, т (п.2.1)} \times \text{Массовая доля (Al}_2\text{O}_3\text{), \% (п.6.2, фактически)}}{\text{Массовая доля (Al}_2\text{O}_3\text{), \% (п.6.2, ТУ У 19155069.001-1999 с изм.1-4)}}$$

8. Заключение ОТК: гидроксид алюминия «ПОЛВАК™ - 40» соответствует требованиям ТУ У 19155069.001-1999 с изм.1-4, тип - IV

Старший лаборант [подпись] Начальник ОТК [подпись]


М.П. 




Рис. 4.1 Сертифікат якості коагулянту «Полвак™ 40»

9.06.20
8-1, 204 г/мл³

ООО «Ксант-Инвест» Паспорт-сертификат № 42
 АЛЮМИНИЯ ПОЛИОКСИХЛОРИД
 РАСТВОР
 ТУ ВУ 490986338.007-2018 с изм.1

КСАНТ

ИНВЕСТ

Дата изготовления	Дата отгрузки	№ партии
24.05.20	05.06.20	28

Данные анализа:

№ п/п	Наименование показателя	Норма					Фактически	
		AQUAMix-C						
		I	II	III	IV	V		
1.	Внешний вид	Зеленовато-желтая жидкость, допускается наличие других оттенков					сб	соответствует
2.	Массовая доля оксида алюминия, (Al ₂ O ₃), %	10±0,5	13±0,5	15±0,5	17±0,5	20±0,5	19,9	
3.	Массовая доля хлорид-ионов (Cl ⁻), %	13±5					9	
4.	Плотность, г/см ³	1,25±0,15					1,28	
5.	Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,3					0,1	
6.	Основность (степень гидролиза), %	65,0 – 72,0					72	
7.	Показатель концентрации ионов водорода, (pH), не менее	2,0 – 3,5					3,0	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Соответствует ТУ ВУ 490986338.007-2018
 Марка AQUAMix-C V

Масса нетто	22,5
Номер транспортной накладной	АИ 1305-3

Дата выдачи сертификата: 05.06.20

ОТК: Иванов И.И.

Рис. 4.2 Паспорт-сертификат алюминию полиоксихлориду

З 17.06.2001р. після проведених лабораторних і виробничих випробувань було прийнято рішення про використання в технології водопідготовки коагулянту “Полвак-40” (рис. 4.1 і 4.2).

Переваги даного реагенту при жорсткому дотримуванні всього технологічного процесу водопідготовки очевидні. При оптимальних дозах коагулянту “Полвак -40”, на 40-50% менших до традиційного $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, досягається якість питної води з більш низькою кольоровістю (12-15) і мутністю (0,7-0,9 мг/л), що і дозволило знижувати дозу хлору на 40-50%, оскільки ефективність будь-якого процесу знезаражування залежить від ступеня попередньої очистки.

За весь період використання коагулянту гідроксиду алюмінію марки “Полвак -40” відсоток проб води в розподільчій мережі міста з відхиленням по мікробіологічним показникам не перевищував 5% як передбачено ДСанПІНом №386 (раніше цей показник досягав 35-40 %). А також не зафіксовано ні єдиного випадку захворювання вірусним гепатитом, пов'язаного з споживанням водопровідної води.

Відомо, що другою обов'язковою вимогою до якості питної води є її хімічний склад. Коли в технології використовувався алюміній сірчаноокислий (в тому числі з флокулянтом LT-27 фірми Аллайд Коллодис) вміст кінцевого алюмінію в питній воді завжди перевищував нормативний показник (доходило до 0,7-0,9 мг/л). При застосуванні “Полвак -40” кінцевий алюміній не перевищував нормативний показник по ГОСТ 2874-82 -0,5 мг/л. Але оскільки ДсанПІНом все ж рекомендований норматив алюмінію не більше 0,2 мг/л, а по мутності не більше 0,5 НОМ (або 0,29 мг/л), на водоочисних спорудах.

4.2 Сезонна динаміка показників якості питної води

За сезонними фізико-хімічними показниками ситуація неоднорідна (табл. 4.2). Цілий ряд фізико-хімічних показників, які є вагомими з точки

зору якості питної води, мають сутєву сезонну динаміку (рис. 4.3, 4.4, 4.5, 4.6).

Як свідчать данні таблиці 4.4 за діючої на підприємстві КП «Житомирводоканал» технології очистки поверхневої води річки Тетерів досить проблематично приготувати питну воду у відповідності до норм за показниками мутність, кольоровість, вміст заліза, марганцю без задіяння нових технологій, нових реагентів.

Таблиця 4.2

Сезонна динаміка фізико-хімічних показників якості питної води

Показники	Пори року				Нормативні показники
	Зима	Весна	Літо	Осінь	
Запах при 20 С ⁰	осл./1	осл./1	осл./1	осл./1	> 2
Каламутність, мг/дм ³	0,70	0,93	1,22	1,34	> 0,58
Кольоровість, градуси	9	8	18	11	> 20
Жорсткість, мг-екв/дм ³	3,53	3,81	3,49	3,25	> 7,0
Хлориди, мг/дм ³	29,45	34,80	46,82	58,55	> 250
Нітрити, мг/дм ³	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	> 0,5
Нітрати, мг/дм ³	2,97	3,32	0,69	1,36	> 45
Al, мг/дм ³	0,12	0,06	0,057	0,068	> 0,5
Fe, мг/дм ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	> 0,2
Поліфосфати, мг/дм ³	<0,01	0,025	0,017	0,039	> 3,5
Mn, мг/дм ³	0,012	0,02	0,11	0,033	> 0,05
Cr, мг/дм ³	< 0,001	<0,001	<0,001	<0,001	> 0,05
pH	7,34	7,36	6,89	6,93	6,5 – 8,5
Нікель, мг/дм ³	0,002	0,002	0,001	0,002	> 0,1
ПАР, мг/дм ³	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	> 0,01

Так, як видно з рисунка 4.3 показник каламутності як в зимові місяці, так і весною, літом і осінні місяці він не відповідає нормі ДСанПІН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

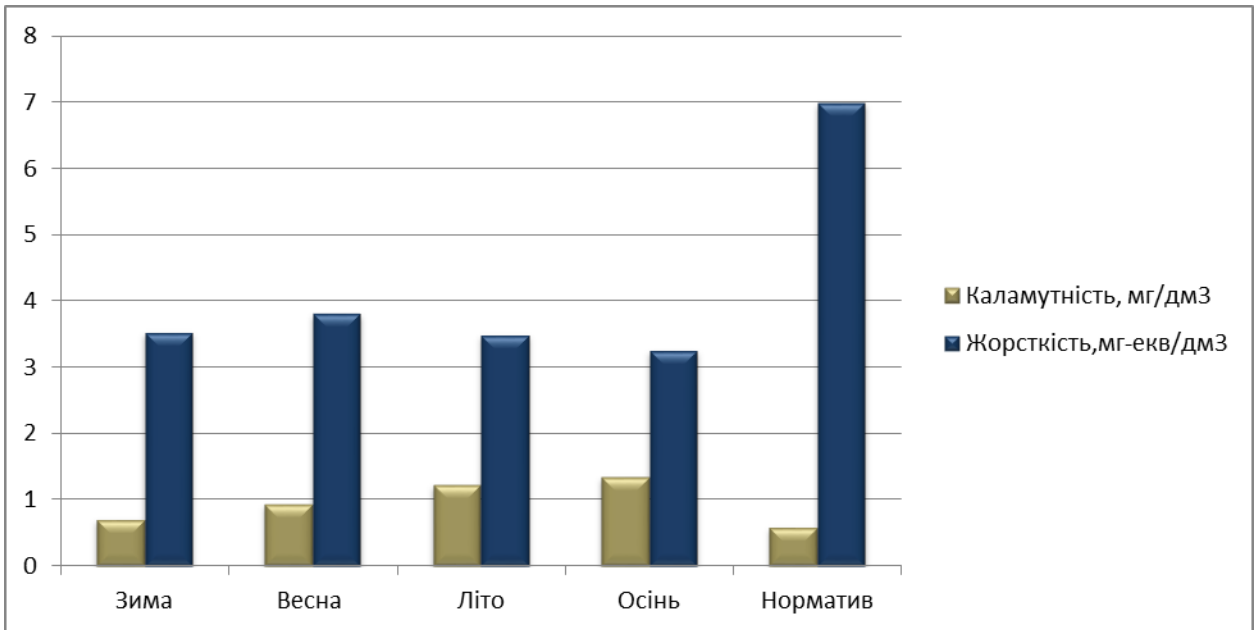


Рис. 4.3 Сезонна динаміка показників каламутності жорсткості питної води

Показник жорсткості питної води коливається в межах 3-4 мг-екв/дм³ і відповідає якісним характеристикам вода питна. Одним з показників який визначає характер хімічних і біологічних процесів рівень рН води [16].

Відмічаємо деякі сезонні коливання показника рН (рис. 4.4), проте він перебуває у нормі за показниками стандарту.

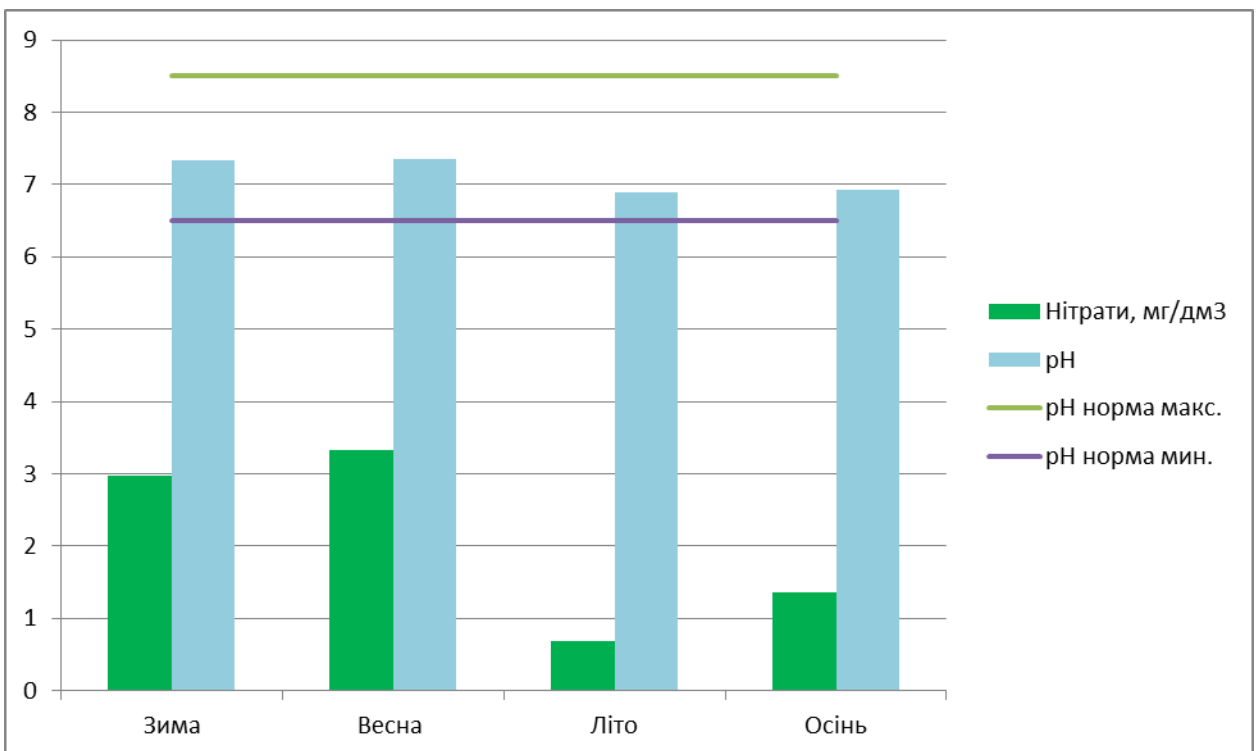


Рис. 4.4 Сезонні коливання показників вмісту нітратів та рН

Різмірність показників вмісту нітратів не висока порівняно до ДСТУ (45 мг/дм³), проте коливання за порами року суттєве.

Досить складна ситуація з сезонною динамікою показників вмісту марганцю (рис. 4.5). Так, ми відмічаємо різке зростання Mn більш ніж удвічі та перевищення норми у літні місяці. Перед усім ми пов'язуємо цю тенденцію з гниттям синьо-зелених водоростей та зменшенням концентрації кисню у воді поверхневих водойм [14].

Стосовно сезонної динаміки показників вмісту алюмінію та поліфосфатів вона є, однак за розмірністю цей вміст несуттєвий для зниження якості питної води.

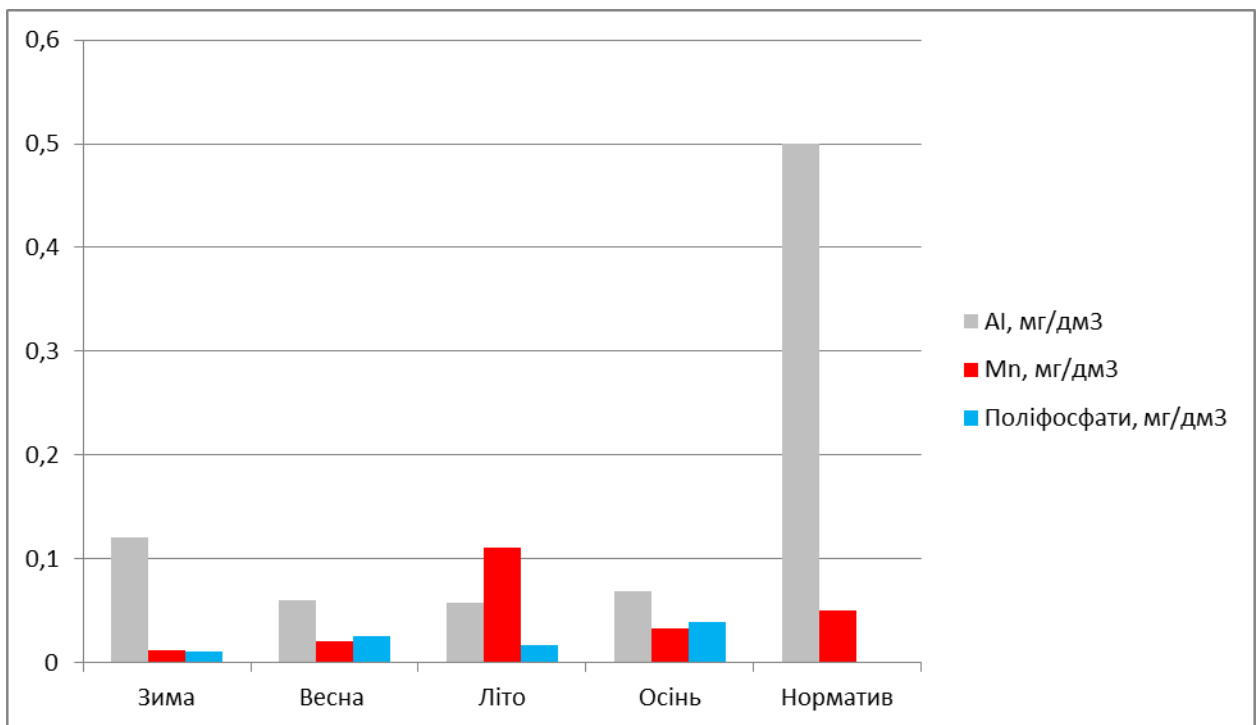
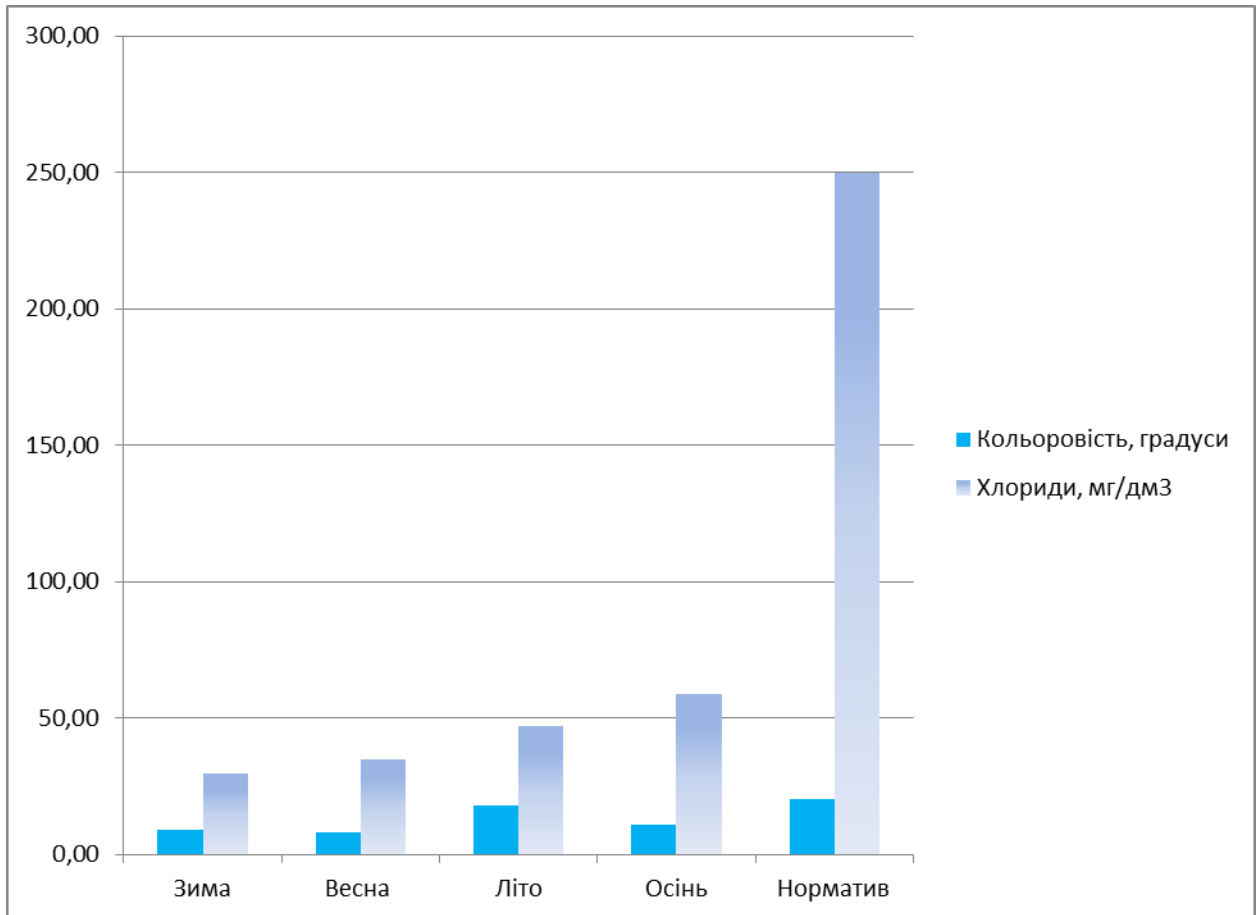


Рис. 4.5 Сезонні коливання показників вмісту Al, Mn, поліфосфатів у воді після водопідготовки

Аналіз сезонної динаміки показників вмісту хлоридів та показника кольоровості (рис. 4.6) засвідчує, що не дивлячи на зростання показника вмісту хлоридів у поверхневих водах за останні десять років існуюча технологія забезпечує якісну очистку від хлоридів на досить суттєвому рівні. За норми 250 мг/дм³ вміст хлоридів лише у осінні місяці перебуває рівні дещо вищому 50 мг/дм³, в інші пори року його розмірність нижча.



За показниками кольоровості тенденція дещо гірша. Показники високі в літні місяці, а в окремих випадках спостерігається і перевищення нормативів якості, за норми не більше 20 відмічаємо 22 - 24 градуси.

Рішення цієї непрості задачі на водоочисних спорудах м. Житомира може відбуватись за двома напрямками:

- в короткі строки, поліпшення якості поверхневих вод в єдиному джерелі централізованого господарсько-питного водо постачання міста – водозабору “Відсічне” в руслі маловодної зарегульованої гідротехнічними спорудами р. Тетерів;

- зміна технологічного регламенту очистки поверхневих вод за рахунок застосування нових ефективних реагентів чи технології в цілому.

ВИСНОВКИ

1. За останні десять років сумарний ефект впливу на санітарний стан водойми зріс з 2,587 до 2,754.
2. Порівняльний аналіз зміни фізико-хімічних показників поверхневих вод водозабору «Відсічне» за останні десять років засвідчує ріст показників каламутності з 1.5 до 8,5 мг/дм³, кольоровості з 28 до 53 градусів, показника загального заліза з 0,32 до 0,46 мг/дм³, поліфосфатів з 0,01 до 0,03 мг/дм³, Са майже у 20 разів з 2.9 до 50 мг/дм³, поверхнево активних речовин у 4 рази.
3. Порівняльний аналіз фізико-хімічних показників якості питної води отриманої після очистки з водосховища «Відсічне» засвідчує зростання показника жорсткості з 3.3 до 3,52 мг-екв/дм³, хлоридів з 21, 3 до 42,41 мг/дм³, нітратів з 0,44 до 2, 09 мг/дм³.
4. Показник каламутності як в зимові місяці, так і весною, літом і осінні місяці він не відповідає нормі стандарту ДСанПН 2.2.4.-171.10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».
5. Відмічаємо різке зростання вмісту Mn, більш ніж удвічі і перевищення норми у літні місяці.
6. Показники кольоровості високі в літні місяці, а в окремих випадках спостерігається і перевищення нормативів якості, за норми не більше 20 відмічаємо 22 - 24 градуси.

Рішення цієї непрості задачі на водоочисних спорудах м. Житомира може відбуватись за двома напрямками:

- в короткі строки, поліпшення якості поверхневих вод в єдиному джерелі централізованого господарсько-питного водо постачання міста – водозабору “Відсічне” в руслі маловодної зарегульованої гідротехнічними спорудами р. Тетерів;
- зміна технологічного регламенту очистки поверхневих вод за рахунок застосування нових ефективних реагентів чи технології в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гогубовская З.К. Биологические основы очистки воды: учебн. пособие. М.: Высшая школа, 1988. 268с.
2. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовищ: навч посібник. К.: Знання, 2002. 203 с.
3. Башинська І.Л. Екологічна оцінка ефективності очищення питної води на водопровідних спорудах КП «Житомирводоканал». *Наукові горизонти*. № 7-8 (70). 2018. С. 50 – 58.
4. Жук В.М., Коробкова Г.В. Інтегральна оцінка сучасного якісного стану р. Сіверський Донець у межах Харківської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. № 1-2, 2015. С. 103-109.
5. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник. К.: Вища школа, 2005. 671 с.
6. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: підручник.К.: Вища школа, 2001 375 с.
7. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація: підруч. «КОНДОР», 2003. 208 С.
8. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: підручник. К.: Вид. центр «Академія», 2006. 360 с.
9. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище.: навч. посіб. К.: Основа, 2008. 360 с.
10. Водний Кодекс України. К.: 1995. 141с.
11. Добровольський В.В. Екологічне знання: навч. посібник.К.: Професіонал, 2005. 304 с.
12. “Технологічний регламент водопровідно-каналізаційного господарства м. Житомира”.
13. Экологический мониторинг: учеб. пособие / под. ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академ. Проект, 2005. 416 с.

14. Третьяков О.В., Андронов В.А. Запобігання водопостачання неякісної питної води з поверхневих джерел в сучасних умовах. *Збірник наукових праць*. Випуск 6, 2007. С 142 – 147.
15. Лашко Н.П., Ткачук О.В., Дударева Г.Ф. Моніторинг фізико-хімічних показників якості води річки Мокрої Московки. *Вісник ЗНУ*. №2, 2008. С. 105 – 108.
16. Охріменко О.В., Гафіатулліна О.Г. Оцінка якості питної води за хімічними показниками. *Таврійський науковий вісник*. № 77. 2011. С. 211 – 214.
17. Степова О.В., Рома В.В. Оцінка біогенного забруднення поверхневих водойм Полтавської області. *Вісник ПДАА*. №1-2, 2016. С. 93-97.
18. Тищенко Л.В., Марченко Т.К. Сучасні технологічні схеми для підготовки питної води. Матеріали наук. Практ. конф., Криворізький НТУ. 2007. С. 220 – 223.
19. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник. К.: Ніка-Центр, 2001. 264 с.
20. Варнавський И.Н. Вода и здоровье. К.: Фитосоциоцентр, 2011. 231 с.
21. Троянський О.І. Моніторинг якості води : монографія. Ж. Воминь, 2004. 192 с.
22. Вода питна: довідник нормативних документів. Львів: НФУ «Леонорм-стандарт», 2001. 494 с.
23. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів ЛБІ НБУ, К.: «Знання», 2001. 203 с.
24. Удод В.М., Яців М.Ю. Динаміка змін показників якості води р. Прут на різних її ділянках. *Екологічна безпека та природокористування*. 2008. С. 42 – 60.
25. Голік Ю.С., Ілляш О.Е., Степова О.В. Екологічний стан басейну річки Дніпро в Полтавській області. *Вісник Інженерної академії України*. №1. 2013. С. 197 – 200.

ДОДАТКИ