ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Кваліфікаційна робота

магістра

на тему ВОДОЗАБІР І ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ НА ОЧИСНИХ СПОРУДАХ ДНІПРОВСЬКІЙ ВОДОПРОВІДНІЙ СТАНЦІЇ № 1 (ДВС-1) М. ЗАПОРІЖЖЯ

WATER INTAKE AND PURIFICATION OF DRINKING WATER AT THE THREATMENT FASCILITIES OF THE DNIPRO WATER SUPPLY STATION NO. 1 (DVS-1) IN ZAPORIZHZHYA CITY

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1013-з

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми
Екологія та охорона навколишнього середовища

Лапченкова М.Ю.

Керівник доцент, доцент, к.б.н. Домбровський К.О.

Рецензент доцент, доцент, к.б.н. Воронова Н.В.

Запоріжжя – 2024

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет
Кафедра загальної та прикладної екології і зоології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 Екологія
Освітньо-професійна програма Екологія та охорона навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
д.б.н., проф.

О.Ф. Рильський

«31» січня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ
Лапченковій Марії Юріївні

1. Тема роботи ВОДОЗАБІР І ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ НА ОЧИСНИХ СПОРУДАХ ДНІПРОВСЬКІЙ ВОДОПРОВІДНІЙ СТАНЦІЇ №1(ДВС-1) М. ЗАПОРІЖЖЯ

керівник роботи Домбровський Костянтин Олегович доц., к.б.н.

затверджена наказом ЗНУ від « 23 » березня 2024 р. № 528-с

2. Строк подання студентом роботи 30 листопада 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: матеріали експериментальних досліджень; особисті спостереження; літературні посилання на авторів .

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): визначити вміст деяких гідрохімічних показників у воді питного водозабору (ДВС-1) міста Запоріжжя та порівняти їх із значеннями ГДК; оцінити якість води питного водозабору ДВС-1 м. Запоріжжя за значеннями індексу забруднення води та встановити клас якості води р. Дніпро; визначити вміст деяких фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних та санітарно-токсикологічних показників безпеки та якості питної (водопровідної) води після очищення на ДВС-1 м. Запоріжжя.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 18 таблиць, 7 рисунків.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ім’я, по батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
4	Притула Н.М.		

7. Дата видачі завдання 31 березня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	березень-травень 2023 р.	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	травень-червень 2024 р.	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	серпень 2024 р.	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи.	березень-вересень 2024 р.	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	жовтень 2024 р.	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи	грудень 2024 р.	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	грудень 2024 р.	Виконано

Студентка _____ М.Ю. Лапченкова

Керівник роботи _____ К.О. Домбровський

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

РЕФЕРАТ

В роботі 68 сторінок, 18 таблиць, 2 рисунки, було використано 50 літературне джерело, із них 6 іноземною мовою.

Об’єктом дослідження*:* річкова та очищена вода на ДВС-1 міста Запоріжжя.

Предметом дослідження: бактеріологічні, фізико-хімічні, органолептичні та санітарно-токсикологічні показники якості води.

Методи досліджень: визначення індексу забруднення води (ІЗВ), бактеріологічних, фізико-хімічних та хімічних показників якості питної води.

Метою кваліфікаційної роботи є: дослідити показники якості води поверхневих вод та водопровідної води Дніпровської водопровідної станції №1 м. Запоріжжя.

Оцінка якості поверхневих вод у районах репрезентативних питних водозаборів здійснюється за ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання». Річка Дніпро в районі питного водозабору ДВС-1 м. Запоріжжя визначена як вода ІІІ класу за індексом забруднення води (ІЗВ). Для води ІІІ класу належать поверхневі водні об’єкти, які демонструють значні зміни в концентрації деяких фізико-хімічних показників якості води порівняно з природними водами, а рівень змін наближається до меж екологічної стійкості водної екосистеми. Якість питної води повинна відповідати діючим нормативам «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» ДСанПіН 2.2.4-171-10. Очищена вода на ДВС-1 відповідає за бактеріологічними, фізико-хімічними, органолептичними та санітарно-токсикологічними показниками нормативам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

ОЧИСНІ СПОРУДИ, ЯКІСТЬ ВОДИ, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ, ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

ABSTRACT

In the work 68 pages 18 tables, 2 pictures were used 50 literary sources, including 6 in a foreign language.

The object of the research is river and purified water at DVS-1 of the city of Zaporizhia.

The subject of the study is bacteriological, physico-chemical, organoleptic and sanitary-toxicological indicators of water quality.

Research methods determination of the water pollution index (WPI), bacteriological, physicochemical and chemical indicators of drinking water quality.

The purpose of the qualification work is to investigate the water quality indicators of surface water and tap water of the Dnipro Water Supply Station No. 1 in Zaporizhzhia.

The assessment of the quality of surface water in the areas of representative drinking water intakes was created according to DSTU 4808:2007 «Sources of centralized drinking water supply. Hygienic and ecological requirements for water quality and selection rules». The Dnipro River in the area of the DVS-1 drinking water intake. Zaporizhzhia is defined as Class III water according to the water pollution index (WPI). Class III water includes surface water bodies that demonstrate significant changes in the concentration of some physical and chemical indicators of water quality in accordance with natural waters, and the level of change approaches the limits of the ecological sustainability of the water ecosystem. The quality of drinking water must meet the current regulatory requirements «Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption» DSanPiN 2.2.4-171-10. Purified water at DVS-1 complies with bacteriological, physico-chemical, organoleptic and sanitary-toxicological indicators according to DSanPiN 2.2.4-171-10.

TREATMENT PLANTS, WATER QUALITY, WATER QUALITY INDICATORS, WATER PURIFICATION

ЗМІСТ

ВСТУП……7

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ……..8

1.1 Гігієнічна характеристика показників якості води……...8

1.2 Загальні гігієнічні вимоги до питної води…….14

1.2.1 Фізичні показники якості води та їх характеристика……18

1.2.2 Хімічні показники якості води та їх характеристика……..24

1.3 Очисні споруди Дніпровської водопровідної станції № 1 (ДВС-1) м. Запоріжжя……..30

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ……..40

2.1 Фізико-географічна характеристика району дослідження……40

2.2 Методи відбору та методики опрацювання відібраних проб……...42

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА……..45

3.1. Характеристика складу вихідних та вхідних вод ДВС-1……45

3.2. Оцінка якості води питного водозабору ДВС-1 м. Запоріжжя…….48

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ……55

ВИСНОВКИ……61

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ……62

Додаток А……..67

Додаток Б……..68

ВСТУП

Актуальність теми. вода є одним з найважливіших факторів навколишнього середовища, вона бере участь у всіх фізико-хімічних процесах в організмі. Від якості води залежить стан і здоров'я людини. Вплив господарської діяльності людини призвів до порушення природної рівноваги в багатьох водних екосистемах, що призвело до погіршення якості води поверхневих вод.

Метою кваліфікаційної робити є дослідити показники якості води поверхневих вод та водопровідної води Дніпровської водопровідної станції №1 м. Запоріжжя.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

1) визначити вміст деяких гідрохімічних показників у воді питного водозабору (ДВС-1) міста Запоріжжя та порівняти їх із значеннями ГДК;

2) оцінити якість води питного водозабору ДВС-1 м. Запоріжжя за значеннями індексу забруднення води та встановити клас якості води р. Дніпро;

3) визначити вміст деяких фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних та санітарно-токсикологічних показників безпеки та якості питної (водопровідної) води після очищення на ДВС-1 м. Запоріжжя.

Об'єктом дослідження є: річкова та очищена вода на ДВС-1 міста Запоріжжя.

Предметом дослідження є: бактеріологічні, фізико-хімічні, органолептичні та санітарно-токсикологічні показники якості води.

Методи дослідження: визначення індексу забруднення води (ІЗВ), бактеріологічних, фізико-хімічних та хімічних показників якості питної води.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Гігієнічна характеристика показників якості води

Питна вода – життєво-важливий ресурс для людини, якість якої впливає на здоров’я населення. В сучасному світі на якість питної води впливають антропогенні фактори такі як: забруднення довкілля, зміни клімату, технологічні викиди, використання азотовмісних добрив та ін [1]. Забезпечити населення безпечною та якісною питною водою є основною задачею для місцевої влади багатьох регіонів України. Загрозу погіршення якості питної води, що надходить у системи водопостачання, може бути викликано активним використанням миючих засобів, поширенням нових забруднюючих речовин що надходять у системи водопостачання [2]. Проблема є особливо актуальною у нас час при різкому зростанні населення в містах а також приросту виробництва, що потребує ефективніших методів очищення та контролю якості води. Таким чином, гігієнічна характеристика показників якості питної води централізованого водопостачання – актуальна та важлива проблема, що вимагає подальших досліджень та заходів з покращення контролю.

Вода є одним з найважливіших факторів навколишнього середовища, вона бере участь у всіх фізико-хімічних процесах в організмі. Також, її використовують для санітарно-гігієнічних, господарсько-побутових та виробничих потреб. Від якості води залежить стан і здоров'я людини. Санітарне обстеження водних джерел передбачає санітарно-топографічне обстеження, а саме: візуальне та анамнестичне вивчення джерела і навколишньої території для оцінювання санітарної та епідеміологічної ситуації. Проводять санітарно-технічне обстеження, відбираючи проби води щоб з’ясувати відповідність влаштування та експлуатації водоочисних споруд гігієнічним вимогам, а за допомогою санітарно-епідеміологічного обстеження виявляють вміст патогенних мікроорганізмів у воді [2].

Вода – головний показник санітарного благополуччя населення. До основних гігієнічних вимог питної води належать:

1) органолептичні та фізичні якості;
2) оптимальний хімічний склад;
3) оптимальна жорсткість води;
4) вміст радіоактивних та токсичних хімічних речовин не повинен перевищувати ГДК та ГДР (гранично допустимий рівень);
5) відсутність патогенних мікроорганізмів.

Стандартизація якості питної води – один із найважливіших профілактичних заходів. Стандарти якості води застосовують для водних об'єктів, які призначені для споживання населенням в питних і побутових цілях. При водопостачанні завжди виміряють якісні показники води, до яких відноситься: солемісткість, жорсткість, забрудненість газами і механічними домішками, прозорість. Жорсткість води – це властивість, яка обумовлена знаходженням в рідині солей магнію і кальцію. Природні води за жорсткістю поділяють на 5 класів: дуже м’які, м’які, пом’якшені, жорсткі і дуже жорсткі . Солемісткість води – наявність воді інших солей [3].

Якщо вода не відповідає стандартам якості води, то на внутрішніх поверхнях труб систем водопостачання утворюється наліт, який призводить до зменшення теплопровідності, що прискорює процес виведення з робочого стану систем водо проведення і каналізування. Також корозію труб можуть викликати розчинені у воді гази такі як вуглекислий газ, кисень, сірчаний газ. Кислотність і лужність визначається показником pH, який також регламентується стандартом. Питна вода повинна мати високі органолептичні властивості, бути безпечною в хімічному складі, епідемічному й радіаційному відношенні [3].

Згідно з водним кодексом України оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування і екологічних нормативів якості води водних об’єктів. Нормативи, які оцінюють якість води, використовуваної для комунально-побутового, господарсько-питного і рибогосподарського водокористування.

Таблиця 1.1 – Загальні вимоги до складу і властивостей води водних об’єктів у пунктах господарсько-питного і культурно-побутового водокористування

Показники	Критерії водокористування	Види використання
Запахи, присмаки	Вода не повинна мати запахів і присмаків інтенсивного понад 2 бали безпосередньо при наступному хлоруванні	
Колір	Не повинен проявлятися у стовпчику 20 см	Не повинен проявлятися у стовпчику 10 см
Температура	Внаслідок спуску стічних вод температура не повинна підвищуватися більше ніж на 3°С порівняно з середньомісячною температурою води найтеплішого місяця року за останні 10 років	
Збудники захворювань	Вода не повинна містити збудників захворювань. Стічні води, що мають збудників захворювань, піддаються знезараженню після відповідного очищення. Відсутність у воді збудників захворювань досягається знезараженням біологічного очищення стічних вод до колі-індексу не більше 1 тис. в 1 л води при залишковому хлорі не менше 1,5 мг/л	
Отруйні речовини	Не повинні бути концентрації, що можуть прямо чи посередньо шкідливо вплинути на організм і здоров’я людини	
Плаваючі речовини	На поверхні водойми не повинно бути плаваючих плівок, плям мінеральних речовин, масел і скупчень інших забруднюючих речовин	

Нормативну базу оцінки якості води складають загальні вимоги до складу і властивостей води і значення гранично допустимих концентрацій речовин у воді водних об’єктів [4].

Загальні вимоги визначають допустимий склад і властивості води, що оцінюються найбільш важливими фізичними, бактеріологічними і узагальненими хімічними показниками. Вони можуть задаватися у вигляді конкретної величини, зміни величини показника в результаті дії зовнішніх чинників або у вигляді якісної характеристики показника.

Таблиця 1.2 – Загальні вимоги до складу і властивостей води водних об’єктів у пунктах господарсько-питного і культурно-побутового водокористування

Показники	Критерії водокористування	Види використання
Властивості та склад води	Централізоване і нецентралізоване господарсько – питне водопостачання, у тому числі харчових закладів	Для купання, спорту і відпочинку населення а також для водойм у межах населених пунктів
Завислі речовини	Вміст не повинен збільшуватися більше ніж на 0,25 мг/л	Вміст не повинен збільшуватися більше ніж на 0,75 мг/л
Для водойм, що у межень містять понад 30 мг/л природних мінеральних речовин, допускається збільшення вмісту речовин у воді в межах 5 %		
Мінеральний склад	Водневий показник (pH) не повинен виходити за межі 6,5-8,5 за сумою іонів 1 тис. мг/л, у тому числі хлоридів 350 мг/л і сульфатів 500 мг/л	Нормується за вже названим показником «присмаки»
Розчинений кисень	Не повинен бути менше 4 мг/л у будь – який період року в пробі, відібраний до 12 год.	

Гранично допустимі концентрації (ГДК) – це встановлений рівень концентрації речовин у воді, вище за який вода вважається непридатною для конкретного виду водокористування, ГДК, як правило, задаються у вигляді конкретного значення концентрації.

Всі речовини за характером своєї негативної дії поділяться на групи. Кожна група об'єднує речовини однакової ознаки дії, яку називають ознакою

шкідливості. Одна й та ж речовина при різних концентраціях може проявляти різні ознаки шкідливості. Ознаку шкідливості, яка виявляється при найменшій концентрації речовини, називають лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ). У водних об’єктах комунально-побутового і господарсько-питного водокористування розрізняють три ЛОШ – органолептичну, загально- санітарну і санітарно-токсикологічну. У водних об'єктах рибогосподарського водокористування, окрім названих, виділяють ще два ЛПВ – токсикологічний і рибогосподарський.

При оцінці якості води у водоймищах комунально-побутового і господарський-питного водокористування враховують також клас небезпеки речовини. Його визначають залежно від токсичності, кумулятивності, мутагенності і ЛОШ речовини. Розрізняють чотири класи небезпеки речовин:

Перший – надзвичайно небезпечні; другий – високо – небезпечні; третій – небезпечні; четвертий – помірно небезпечні [4].

До загальних вимог до складу і властивостей води у водних об'єктах господарсько-питного та комунально-побутового призначення відносять такі показники, як завислі речовини, плаваючі домішки, забарвлення, запахи, присмаки, температура, pH, мінералізація, розчинений кисень, $БСК_{повн}$, ХСК, хімічні речовини, збудники хвороб, лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП), коліфаги. Також виміряється наявність у воді специфічних показників, яка може бути обумовлена місцевими природними умовами, а також наслідками антропогенного впливу на водний об’єкт (феноли, нафтопродукти, важкі метали, пестициди, СПАР тощо) [5].

До біологічних показників якості води відносять кількість живих організмів у воді, а також у цілому стан вод. Біологічні показники поділяються на бактеріологічні і гідробіологічні.

Бактеріологічні показники характеризують забруднення води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних показників належать, такі величини як: колі-індекс – кількість кишкових

паличок в 1 $дм^3$ води; колі-титр – об’єм води, який припадає на одну кишкову паличку; лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП); чисельність коліфагів.

До гідробіологічних показників відносяться ті які дають змогу оцінити якість води за кількістю тварин і рослинності водойм. Зміна видового складу водних екосистем відбувається при слабкому забрудненні водних об’єктів, і не може бути виявлена ніякими іншими методами. Гідробіологічні показники є найбільш чутливими, до них відносять такі показники як загальну чисельність особин усіх видів, кількість особин одного виду, сапробність, трофність, індекси видової різноманітності та інші. Ступінь насичення води органічними речовинами називають сапробністю. Відповідно до цього водні об'єкти розділяють на полісапробні, мезосапробні та олігосапробні. Полісапробні водні об’єкти є найбільш забрудненими. Кожному рівню сапробності належить своя кількість індикаторних організмів-сапробіонтів. Індекс сапробності визначають на основі індикаторної значущості організмів і їх кількості обчислюють. Трофність залежить від багатьох факторів фізичних властивостей водного середовища і хімічного складу. Завдяки цьому води поділяються на оліготрофні, мезотрофні, евтрофні, політрофні і гіпертрофні. Видова різноманітність зменшується при збільшенні ступеня забруднення водних об’єктів [6].

Санітарно-гігієнічна ГДК хімічної речовини у воді – це максимальна концентрація, яка не впливає прямо чи опосередковано на стан здоров'я нинішнього і наступного поколінь людини при впливі на організм і не погіршує санітарні умови водокористування. Користуються методичною схемою санітарно-гігієнічних ГДК, яка вивчає вплив забруднювальних речовин за трьома лімітуючими ознаками шкідливості (ЛОШ). По-перше, це санітарно-токсикологічна ознака визначає чутливість живих організмів до дії токсичних речовин, органолептична – відповідає за норми смаку, кольору, запаху і загальносанітарна ознака вимірює інтенсивність БСК, процесів мінералізації азотовмісних речовин і інтенсивність процесів самоочищення вод. По кожній із ЛОШ визначають граничну і підпорогову концентрацію, тим самим знаходять

порогову концентрацію речовини. За ГДК приймають мінімальну порогову концентрацію з трьох, визначених за кожною із ознак шкідливості, і відмічається ЛОШ. Санітарно-гігієнічні ГДК призначаються для забезпечення безпечних умов водокористування для людини. Вони використовуються тільки для тих водойм, які призначаються для господарсько-питного і комунально-побутового водокористування [7].

1.2 Загальні гігієнічні вимоги до питної води

Проблема низької якості питної води є найважливішою соціальною проблемою у світі. За прогнозами, до 2025 р. дві третіх населення землі будуть жити в умовах постійного браку питної води. В Україні ситуація з водними ресурсами характеризується сталим зростанням дефіциту питної води належної якості [8].

Стандарти якості води включають мікробіологічні і хімічні параметри, індикатори параметрів такі як кольоровість, запах, водневий показник, присмак, каламутність, та ін. До параметрів радіоактивності належить концентрація тритію і загальна доза іонізуючого опромінювання та їхні параметричні значення. В сфері водопостачання України діють 2 основні закони: «Про питну воду та питне водопостачання», закон «Про затвердження загальнодержавної програми «Питна вода України». Головна мета яких забезпечити громадян України питною водою високої якості, і контролювати залежну якість поверхневих та підземних джерел. Поверхневі води забруднюються промисловими та сільськогосподарськими відходами. Тому введена система нормативної оцінки якості природних вод України включає в себе екологічні вимоги такі як охорона та відновлення екосистем водних об’єктів, охорона здоров’я та раціональне використання водних та біологічних ресурсів [9].

Якість води представлена певними санітарно-гігієнічні вимогами, які регламентуються санітарним законодавчим документом – ДСанПіНом 2.2.4-171-10. Виділяють 4 групи показників, які регламентують якість води:

1) вода повинна бути сприятливою за органолептичними властивостями а саме, бути прозорою, безбарвною, без смак і запаху;

2) вода має відповідати нормативу за хімічним складом, тобто концентрація хімічних речовин не повинна перевищувати ГДК;

3) вода має бути безпечною за епідеміологічними показниками, не містити патогенних простих, бактерій, вірусів, яєць гельмінтів;

4) вода повинна бути фізіологічно-повноцінною за мінеральним складом.

Гігієнічні вимоги до води питної, що призначена для споживання людиною встановлюють гігієнічні нормативи до якості питної води (за мікробіологічними, хімічними та органолептичними показниками), а також визначає правила контролю якості води, яка готується і подається централізованими системами питного водопостачання. Показники, що забезпечують сприятливі органолептичні властивості води, включають нормативні концентрації для речовин, що зустрічаються в природних водах, а також що додаються до води в процесі обробки у вигляді реагентів або вододжерел, що з’являються в результаті побутового, промислового і сільськогосподарського забруднення [10].

Якість води в водних джерелах оцінюють по 4 класам. До першого класу відносяться води які найчастіше знаходяться в підземних джерелах з «відмінним» високим екологічним станом. До водоймищ другого класу відносяться води з «добрим» екологічним станом. Води третього класу – із задовольняючим екологічним станом, вони являються основним ресурсом і складають поверхневі води України. До 4-ого класу входять води з обмеженим еколого-гігієнічним станом і потребують глибокої технологічної підготовки. Класи якості води оцінюють за гігієнічними та екологічними критеріями, які розділені на сім окремих груп: органолептичні, загально-санітарні хімічні,

гідробіологічні, мікробіологічні, паразитологічні, радіаційної безпеки, токсикологічні [11].

Питна вода, призначена для споживання людиною, повинна відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад. Для виробництва питної води слід надавати перевагу воді підземних джерел питного водопостачання населення, надійно захищених від біологічного, хімічного та радіаційного забруднення. Гігієнічну оцінку безпечності та якості питної води проводять за показниками епідемічної безпеки (мікробіологічні, паразитологічні), санітарно-хімічними (органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсикологічні) та радіаційними показниками [12].

Перед використанням підземних та водопровідних питних вод установи та заклади державної санітарно-епідеміологічної служби проводять попередні лабораторні дослідження вихідної води. Попередні лабораторні дослідження вихідної води проводять згідно з вимогами Санітарних норм за переліком показників з урахуванням місцевих природних умов. Проби води відбирають протягом року не рідше одного разу на місяць для визначення мікробіологічних, органолептичних, фізико-хімічних та санітарно-токсикологічних показників, а у водопровідній воді з поверхневих джерел питного водопостачання визначають також паразитологічні показники. Результати лабораторних досліджень якості вихідної води та санітарно-епідеміологічного обстеження території розміщення водозабору, проведені установами та закладами державної санітарно-епідеміологічної служби, враховуються під час проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи технологічного регламенту або іншого документа з описом технологічного процесу виробництва питної води фасованої та з пунктів розливу [13].

Для поліпшення умов водокористування можна провести систему санітарно-гігієнічних заходів щодо поліпшення умов водокористування

споживачів та профілактики захворювань, детермінованих водним фактором. Комплексна система науково-обґрунтованих профілактичних заходів дозволить в порівняно короткі терміни поліпшити умови водокористування споживачів міста та знизити захворюваність мешканців, обумовлену водним фактором. Заходи можуть виконуватись на регіональному та національному рівнях [14].

Заходи на регіональному рівні:

– санітарно-екологічна паспортизація водних жерел;

– впровадження в районах з дефіцитом прісної підземної води опріснювальних установок різних типів і конструкцій;

– перенесення акценту з водогосподарського будівництва на використання локальних систем водоочищення безпосередньо у споживачів;

– забезпечення доброякісною питною водою організацій підвищеної соціальної значущості таких як дитячих шкіл, інтернатів, лікарень, пологових будинків, тощо;

– розробка програми по поліпшенню і підтримці санітарного стану водоймищ;

– заміна сталевих трубопроводів на пластмасові, біметалічні і з антикорозійним покриттям;

– організація кваліфікованої служби по обслуговуванню і експлуатації систем водокористування;

– додаткове оснащення лабораторних центрів приладами і апаратурою для проведення експрес-аналізів якості води.

Заходи на державному рівні. Для того щоб підвищити ефективність використання та охорони водних об’єктів необхідно створити умови управління водними ресурсами виключно за басейновим принципом. Для цього необхідно [15]:

– на законодавчому рівні розробити структуру організації і функціонування системи басейнового принципу управління;

– розробити нормативно-правові акти, які забезпечують реалізацію басейнового принципу управління водним господарством;

– створити комплексну геоінформаційну систему з банком кадастрової інформації про водний фонд;

– створити методичну базу функціонування управлінської інфраструктури у басейнах основних річок та,

– провести реконструкцію існуючих фільтрувальних споруд, блоків дозування реагентів, споруд попереднього очищення води [15].

Державний моніторинг поверхневих водойм, входить до складу державної системи моніторингу навколишнього природного середовища України, забезпечуючи населення інформацією про стан водних джерел та дає рекомендації до економічного використання водних ресурсів та їх відновлення [16]. Зі скидами до поверхневих вод потрапляють нітрати, азот амонійний, нафтопродукти, хлориди, нітрити, сульфати, залізо, фосфати тощо [17].

Спад промислового виробництва може зумовити зменшення кількості стічних вод але незважаючи на це, якість води дедалі погіршується [18].

Незадовільна якість підземних вод найбільш часто проявляється відхиленнями від стандарту показників рівня заліза, солей жорсткості, хлоридів, аміаку, марганцю, загальної мінералізації, сульфатів, нітратів, фтору тощо [19].

1.2.1 Фізичні показники якості води та їх характеристика

Сукупність фізичних, хімічних, біологічних та бактеріологічних показників, які задовольняють вимоги споживачів, називають якістю води. Вимоги до якості води нормуються державними галузевими стандартами або технічними умовами. Водокористування – це використання водних об’єктів для задоволення потреб населення та об’єктів господарської діяльності.

Якість води визначають комплексом хімічних, біологічних та фізичних властивостей, які зумовлюють придатність води для споживання і водокористування. Вживання неякісної питної води може викликати важкі захворювання. Так як один показник, не може описувати весь комплекс характеристики води, оцінка якості води ведеться на основі системи показників, які поділяють на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні і хімічні. До основних фізичних показників якості води відносяться температура, запах, прозорість, кольоровість та вміст зважених речовин [20].

На очисних станціях вимірюють фізичні, хімічні та біологічні властивості води. До фізичних показників відносяться такі показники:

1. Забарвлення води, яке обумовлюється вмістом органічних сполук. Речовини, які визначають забарвлення води, надходять у воду внаслідок вивітрювання гірських порід, внутрішньоводоймних процесів продукування, з підземним стоком, та з антропогенних джерел. При інтенсивному забарвленні знижується органолептичні властивості води, та вміст розчиненого кисню. На практиці колір води визначають порівнянням, беручи два однакових циліндри з безбарвного скла. У перший наливають профільтровану досліджувану воду, у другий стільки ж дистильованої води для порівняння на білому фоні. Якісна вода не повинна мати кольору [21].

Вода може бути безбарвною, світло-жовтою, жовтою, інтенсивно жовтою, зеленуватою і т. п. Для визначення кольору води у польових умовах у пробірку з безбарвного скла діаметром 1,5 см і висотою 12 см наливають воду, яку досліджують і порівнюють з аналогічним стовпчиком дистильованої води [22].

2. Запах води, створюється за рахунок наявності специфічних речовин, які надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, які є у воді, і надходження з внутрішніх джерел. Характер запаху визначають органолептично. Чиста вода не має запаху.

Запах води поділяють на природний або штучний. Природні запахи – землі, болота, трави, дерева; риби, сірководню та інші. Штучні – запах хлору

(після хлорування), бензину, фенолу, гною, може відчуватись при забрудненні джерела промисловими стоками. Запах води визначають при температурі 20°С, а потім – 40 і 60°С.

Таблиця 1.3 – Вплив фізичних показників на якість води

Фізичний показник	Одиниця вимі-рювання	Вплив на якість води
Температура	°С	У водних об’єктах температура є результатом дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, переносу тепла течіями, перемішування водних мас і надходження підігрітих вод із зовнішніх джерел. Температура впливає майже на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води.
Запах	бал	Запах води створюється специфічними речовинами, що надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, що містяться у воді, і надходження з зовнішніх джерел.
Прозорість	см	Прозорість води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді речовинами органічного і мінерального походження, що знаходяться у воді в зваженому і колоїдному стані. Прозорість визначає протікання біохімічних процесів, що вимагають освітленості (первинне продукування, фотоліз).
Кольоровість	градус	Кольоровість води обумовлюється вмістом органічних забарвлених сполук, які надходять у воду унаслідок вивітрювання гірських порід, з підземними стоками, з антропогенних джерел. Висока кольоровість знижує органолептичні властивості води, зменшує вміст розчиненого кисню
Вміст зважених речовин	г/м^3, (мг/л)	Зважені речовини (збовтування донних відкладень, продукти метаболізму і розкладання гідробіонтів тощо) впливають на глибину проникнення сонячного світла, погіршують життєдіяльність гідробіонтів, приводять до замулювання водних об’єктів

Для визначення запаху води за температури 20°С наливають 150–200 мл води у чисту склянку, закривають її пробкою, струшують, а потім відкривають і швидко визначають запах, характер та його інтенсивність. Інтенсивність запаху визначають за температури води 60 °С [23].

Таблиця 1.4 – Визначення запаху води

Бали	Інтенсивність	Описове визначення
0	Немає запаху	Зовсім не відчувається
1	Дуже слабкий	Не відчувається, але виявляється досвідченим спостерігачем
2	Слабкий	Запах виявляється, якщо на нього звернути увагу
3	Відчутний	Легко відчувається і погіршує смакові якості
4	Виразний	Запах, на який звертають увагу
5	Дуже сильний	Настільки відчутний, що вода не придатна для вживання

3. Температура води. У водних об'єктах температура обумовлюється одночасною дією сонячної радіації, теплообміну, переносу тепла течіями, перемішування водних мас і надходження підігрітих вод із зовнішнього джерела. Від температури залежать практично всі процеси, склад і властивості води Для визначення температури води використовують спеціальний черпальний термометр. У глибоких підземних водоносних шарах ґрунту вода має постійну температуру (5–12°С), у поверхневих шарах температура протягом року різко змінюється. Температуру води визначають на місці взяття проби і на тій же глибині. Для цього використовують спеціальний черпальний термометр. На якому в кінці розташований резервуар з ртуттю, де знаходиться розширена ємність, у верхній частині якої є отвори. На протилежному боці приладу розташоване кільце, яким термометр прикріплюється до мотузки. При відсутності черпального термометра можна використовувати звичайний

спиртовий або ртутний термометр. Вимірювання температури проводять на протязі 15 хвилин і виражають в градусах Цельсія з точністю до 0,1. При вимірювання температури води свердловин, водопроводів беруть пробу води на 10 літрів, в яку відразу занурюють термометр на 15 хвилин [24].

4. Прозорість води. Залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді речовинами органічного і мінерального походження, які знаходяться у воді у завислому і колоїдному стані. Ступінь прозорості визначає перебіг біохімічних процесів, які потребують освітленості (первинне продукування, фотоліз). Одиниця виміру прозорості води визначається в сантиметрах висоти водяного стовпа. Використовують спеціальні циліндри з краном у нижній частині. Визначаючи прозорість, воду поступово випускають через кран доти, поки не буде чітко видно шрифт. Висота водяного стовпчика і буде величиною прозорості. Прозорість води у відкритих водоймах визначають за допомогою білої фарфорової або емальованої пластини розміром 15х20 см. Пластину занурюють у воду доти, поки її контури стануть невидимими. Потім пластину повільно піднімають до її чіткої видимості. Середню величину цих замірювань і вважають показниками прозорості води у водоймах. Прозорість якісної питної води згідно із зазначеним вище ДСТУ повинна бути не менше 30 см. Для визначення кольору води у польових умовах у пробірку з безбарвного скла діаметром 1,5 см і висотою 12 см наливають воду, яку досліджують і порівнюють з аналогічним стовпчиком дистильованої води. Колір визначають у градусах за табл. 1.5.

5. Електропровідність – це чисельне значення здатності водного розчину проводити електричний струм. Електрична провідність природної води залежить від концентрації розчинених мінеральних солей і температури. Природні води складаються суміші розчинів електролітів. Саме наявністю іонів таких як: Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, Cl^-, HCO_3^- обумовлюється електропровідність природних вод. Рівні електропровідності природної води приблизно орієнтують на ступені її мінералізації. Ускладнення, які виникають при оцінках сумарної мінералізації, пов'язані з неоднаковою питомою

електропровідністю розчинів різних солей, а також з підвищенням електропровідності при збільшенні температури.

Таблиця 1.5 – Визначення кольору води

Забарвлення під час розгляду з боку	Забарвлення зверху	Колір, градуси
Немає	Немає	Менше 10
Немає	ледь помітне блідо-жовтувате	10
Немає	дуже слабке жовтувате	20
Ледь помітне блідо-жовтувате у разі порівняння з дистильованою водою	слабожовтувате	30
Ледь помітне блідо-жовтувате	жовтувате	40
Ледь помітне блідо-жовтувате	світло-жовтувате	80
Блідно-жовтувате	жовте	150
Блідно-зеленувате	інтенсивно-жовте	300

6. Окисно-відновний потенціал (Eh) – міра хімічної активності елементів та їх сполук у зворотних хімічних процесах, пов'язаних із зміною заряду іонів в розчинах. В природних водах значення Eh може коливатися від 400-700 мВ. Значення окисно-відновлювального потенціалу визначається сукупністю окиснювальних і відновних процесів [24].

1.2.2 Хімічні показники якості води та їх характеристика

Хімічні показники. Їх поділяють на загальні і специфічні. До загальних хімічних показників відноситься наявність завислих речовин у воді. Джерелами завислих речовин можуть ерозійні процеси ґрунтів і гірських порід, розмив донних відкладів, розкладання гідробіонтів, антропогенні впливи. Від кількості завислих речовин залежить глибина проникнення сонячного світла, погіршують життєдіяльність гідробіонтів, призводять до замулювання водних об'єктів, зумовлюючи їхнє екологічне старіння [24]. У випадках нестачі або перебільшенні хімічних речовин у питній воді може викликати появу розвиток різних захворювань [25].

Різними дослідженнями було виявлено, що вміст у питній воді хімічних контамінантів – небажаних хімічних сполук, може причиняти розвиток різних форм онкологічних захворювань, несприятливих репродуктивних ефектів, хвороб органів кровообігу, раку шкіри, злоякісні новоутворенням сечового міхура [26]. Також на прикладі дослідження свинця у воді було доведено, що свинець володіє канцерогенним ефектом, та може пригнічувати центральну нервову систему, викликати хвороби кровоносної, ендокринної і репродуктивної систем [27].

1. Водневий показник (pH).

В природних водоймах концентрація іонів водню залежить від співвідношення концентрації вугільної кислоти та її іонів. Джерелом іонів водню у воді є також гумінові кислоти, які містяться у кислих ґрунтах, у болотних водах, та гідроліз солей важких металів. Від водневого показника залежить розвиток водних рослин та протікання процесів продукування. Стічні і ґрунтові води є основним джерелом мінералізації води. Негативний вплив на людину і гідробіонтів справляє як висока, так і надмірно низька мінералізація води. Також властивістю природної води є жорсткість, яка зумовлена вмістом розчинених в ній солей кальцію і магнію. Кальцій і магній складають більшість

мінералів, що утворюють поверхневі ґрунтові шари. У воду іони кальцію, магнію та інших лужноземельних металів потрапляють при взаємодії розчиненого у воді CO_2 з карбонатними мінералами. Загальну жорсткість у воді визначає сумарний вміст солей кальцію і магнію. Її підрозділяють на карбонатну і некарбонатну [28].

2. Карбонатна жорсткість.

Карбонатна жорсткість визначає концентрацією гідрокарбонатів і карбонатів (при pH >8,3), солями кальцію і магнію. Некарбонатна визначає концентрацією розчинених у воді кальцієвих і магнієвих солей сильних кислот таких як хлоридів, сульфатів, ін. При кип'ятінні гідрокарбонати перетворюються в карбонати і випадають в осад. Карбонатну жорсткість називають тимчасовою або переборною, а ту жорсткість, яка залишається після кип'ятіння, називають постійною [28].

3. Розчинений кисень.

Кисень надходить у водні об'єкти за рахунок газообміну з атмосферою, фотосинтезу, а також за рахунок дощових і талих вод, які, як правило, перенасичені киснем. Споживання розчиненого кисню відбувається у процесі дихання гідробіонтів та окислювання органічних речовин мікроорганізмами. Низьке споживання кисню впливає на весь комплекс біохімічних і екологічних процесів у водній екосистемі [28].

4. Біохімічне споживання кисню (БСК).

БСК визначає кількість кисню, який споживається мікроорганізмами при окислюванні органічних речовин, які містяться в одиниці об'єму води, за визначений період часу.

Різниця полягає в тому, що $БСК_{20}$ оцінюють як повне БСК ($БСК_{повн}$), ознакою якого є початок процесів нітрифікації в пробі води. БСК визначає ступінь загального забруднення води органічними речовинами [28].

БСК називається кількість кисню у міліграмах, яка необхідна для окислення органічних речовин в одному літрі стічної води, що утворюються в

аеробних умовах як результат біологічних процесів. На підприємствах БСК визначають за п’ять діб ($БСК_5$) або за двадцять діб ($БСК_{20}$).

Таблиця 1.6 – Нормативи для біохімічного споживання кисню ($БСК_5$)

Біохімічне споживання кисню (БСК5), мгО2/дм^3	Норматив, мг/дм^3
6	3
3-15	2
>15	1

Для визначення БСК аналізовану воду після двогодинного відстоювання розводять дистильованою водою у такій кількості, щоб вміст кисню був достатнім для повного окислення всіх речовин у пробі стічної води [28]. Після визначення розчиненого кисню в одержаній суміші залишають у закритому посуді від 2 до 10 діб, визначаючи вміст кисню після кожного з вищевказаних термінів. При зменшенні кисню у воді можна, сказати скільки його за цей час витрачено на окислення органічних речовин у стічній воді. Ця кількість на один літр стічної води і є біохімічним споживання кисню за даний термін (БСК, $БСК_3$, $БСК_{10}$ і т.д.). За стандарт прийнято термін інкубації – 5 діб при 20°С без доступу повітря і світла. Споживання кисню, визначено в таких умовах, називається п’ятидобовим споживанням кисню $БСК_5$ [29].

5. Хімічне споживання кисню (ХСК).

ХСК визначає кількість хімічного окислювача у перерахунку на кисень, який потрібен для окислювання органічних і мінеральних речовин, які містяться в одиниці об’єму води. Показник хімічного споживання кисню дозволяє визначати забруднення води органічними речовинами, але не дає інформації про склад забруднення [30].

6. Вміст азоту.

Азот – найважливіший лімітуючий біогенний елемент. Азот знаходиться в природних водах у вигляді вільних молекул N_2 і різноманітних сполук у

розчиненому, колоїдному або завислому стані. Внутрішньоводоймові процеси, газообмін з атмосферою, атмосферні опади й антропогенні впливи являються основними джерелами надходження азоту. Різні форми азоту можуть переходити одна в іншу в процесі кругообігу азоту. При високому вмісті азоту прискорюються процеси евтрофування водних об'єктів [31].

7. Вміст фосфору.

Фосфор в природі не зустрічається у вільному стані. У природних водах фосфор знаходиться у вигляді органічних і неорганічних сполук. Сполуки фосфору потрапляють у воду в результаті внутрішньоводоймних процесів, вивітрювання і розчинення гірських порід, обміну з донними відкладами і з антропогенних джерел. На вміст сполук фосфору водоймі впливають процеси його кругообігу. Фосфор найчастіше являється біогенним елементом, який визначає характер процесів продукування у водних об'єктах [31].

8. Загальна мінералізація. Мінеральний склад визначається за сумарним вмістом семи головних іонів: K^+, Na^+, Ca^{2+} ,Mg^{2+} , Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-. Основними джерелами підвищення мінералізації є ґрунтові і стічні води. З погляду дії на людину і гідробіонти несприятливими є як високі, так і надмірно низькі показники мінералізації води. Загальна мінералізація характеризує вміст неорганічних речовин розчинених у воді. Питна вода з підвищеною мінералізацією впливає на секреторну діяльність шлунку, порушує водно-сольовий баланс, що може призвести до різних фізіологічних відхилень в організмі. Але тривале вживання мало мінералізованої води також викликає несприятливі фізіологічні порушення в організмі, наприклад, зменшення вмісту хлоридів в тканинах [32].

9. Вміст фенолів.

Феноли один з найбільш поширених забруднювачів, що надходять в поверхневі води зі стоками підприємств. Фенолами називають речовини, що мають у своїй молекулі бензольне ядро, яке містить одну або більше гідроксильних груп. Фенол може викликати порушення функцій нервової системи. Пил, пари і розчин фенолу дратують слизисті оболонки очей,

дихальних шляхів і шкіру. ГДК фенолу (ГН 2.1.5.1315-03) – 0,001 мг/л для суми летких фенолів, які надають воді хлорфенольний запах під час хлорування (метод пробного хлорування),також це відноситься до водних об'єктів господарсько-питного водокористування. Джерелом фенолів є гумінові речовини, які утворюються в ґрунтах і торфовищах. Феноли токсично впливають на гідробіонтів і погіршують органолептичні властивості води. Для визначення фенолів у воді застосовують методи аналізу такі як: фотометричний метод; метод газорідинної хроматографії; метод високоефективної рідинної хроматографії; метод броматометричного титрування і флюорометричний метод [33].

10. Вміст нафтопродуктів.

Нафтопродукти-палива, олії, бітуми і деякі інші продукти, які представлені сумішшю вуглеводнів різних класів. Джерелом надходження нафтопродуктів є антропогенні виливи при їх видобутку, переробці і транспортуванні, а також стічні води. Незначна кількість нафтопродуктів може вивільнятися в результаті внутрішньо-водоймових процесів. Вуглеводні, які містяться у нафтопродуктах, мають токсичний, наркотичний вплив на живі організми, вражаючи серцево-судинну і нервову системи [34].

11. ПАР і СПАР.

До поверхнево активних речовин (ПАР) відносять органічні речовини, які мають добре виражену спроможність до адсорбції на поверхні поділу. Переважно більшість поверхнево-активних речовин, що потрапляють у воду являються синтетичними (СПАР). Вони токсично впливають на гідробіонтів і людину, погіршуючи газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутрішньо-водоймових процесів, понижують органолептичні властивості води. СПАР-речовини, що повільно розкладаються. За своєю будовою ПАР відносяться до амфіфільних сполук органічної природи.

Синтетичні поверхнево активні речовини (СПАР) є найбільшою групою, виробленою із ароматичних вуглеводнів. СПАР являються високомолекулярними сполуками органічної природи, які здатні до сорбції на

межі розподілу фаз та до зниження поверхневого натягу рідини. Деякі ПАР мають весь комплекс, деякі – окремі властивості. СПАР використовують для побутово-господарських цілей наприклад у пральних порошках, миючих засобах тощо. Широкого використання СПАР набули і у фармацевтичному виробництві в якості стабілізаторів і солюбілізаторів. Мікробні ПАР є дуже корисними у процесі очищення вод та ґрунту від нафти, торфу, а також для видалення токсичних важких металів. Мікробні ПАР використовують в аграрному секторі для зменшення витрат синтетичних регуляторів росту [35].

12. Пестициди.

Пестициди – велика група штучних хлорорганічних і фосфорорганічних речовин, які використовують для боротьби з бур'янами, комахами і захворюваннями сільськогосподарських рослин. Потрапляють вони з поверхневого і дренажного стоку із сільськогосподарських територій. Пестициди мають токсичну, мутагенну і кумулятивну дію, руйнуються повільно [36].

13. Важкі метали.

До важких металів відносяться метали з питомою вагою більшою, ніж у заліза. Найбільш поширені – свинець, мідь, цинк, а небезпечні – ртуть, свинець, кадмій, миш’як. Вони мають мутагенну і токсичну дію, завдяки цьому різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об’єктах. Серед методів видалення іонів важких металів у воді, використовують сорбційні та іонообмінні сорбенти та іонообмінники які є недорогими та ефективними. При дослідженнях вилучення важких металів з водних об’єктів часто не враховується можливість знаходження у реальних об’єктах сторонніх компонентів, в тому числі і комплексоутворювачів [36].

1.3 Очисні споруди Дніпровської водопровідної станції № 1 (ДВС-1) м. Запоріжжя

Перш за все для очищення води для питного централізованого водопостачання використовують методи обробки для фізичних, хімічних і біологічних змін за допомогою яких вода придатною для споживання. Ступінь і способи очищення води та склад водоочисних споруд залежать від властивостей природної води. Основні методи очищення води для господарсько-питного водопостачання – освітлення, знебарвлення та знезараження [37]. Технологічна схема поліпшення якості води представляє собою поєднання необхідних технологічних процесів і споруд. Технологічні схеми очищення води можна класифікувати за такими основними ознаками: реагентні і безреагентні, за способом освітлення, за числом технологічних процесів і числом ступенів кожного з них, за характером руху оброблюваної води. Система централізованого водопостачання складається з водозабору, очистки і подачу води споживачам в необхідних кількості і якості з дотриманням вимог надійності. Система водопостачання представлена комплексом інженерних споруд, до якого відносяться: водозабори; насосні станції; очисні споруди; водоводи і водопровідні мережі, а також башти та резервуари [38].

Дніпровська водопровідна станція №1 (ДВС-1) забезпечує питною водою підприємства і населення лівобережної частини м. Запоріжжя та Кушугумську об’єднану територіальну громаду. Також, питна вода надається КП «Облводоканал» ЗОР для забезпечення водопостачання м. Вільнянськ та смт. Ново-Миколаївка. Загальна чисельність населення складає 510 тис. осіб.

Водопідготовка включає:

1) забір води з р. Дніпро і подача на очищення;
2) знезараження, очищення води з доведенням її до питної;
3) подача води в розподільну мережу;

4) додаткове знезараження питної води в розподільній мережі в теплий період року;

5) контроль якості води в р. Дніпро, по ланках очищення, на виході з очисних споруд та в розподільній мережі міста.

Різниця між об’ємом дніпровської води, що подається на очищення насосними станціями І-го підйому і подачею питної води в мережу насосними станціями ІІ-го підйому є власними потребами ДВС-1, які обумовлені наступними складовими:

– технологічні витрати води: промивка швидких фільтрів та контактних освітлювачів, чищення і миття резервуарів, відстійників, приготування концентрованої хлорної води, приготування розчину сульфату амонію, вода від пробовідбірників, на господарсько-питні потреби персоналу. Всі технологічні витрати, окрім витрат води на роботу пробовідбірників визначаються приладами обліку. Для визначення об’ємів води на пробовідбірники були виконані фактичні заміри об’ємів води з пробовідбірників за 10 секунд з перерахунком на добу. Ці об’єми затверджені актами [39].

Джерелом для ДВС-1 є річка Дніпро, яка зарегульована у Дніпровське водосховище. Вода р. Дніпро у місцях водозабору маломінералізована, помірно кольорова, малокаламутна. Забарвленість води знаходиться у межах 35-90 град. Більшою частиною її значення складають 45-55 град.

Значення забарвленості, перманганатної окиснюваності, загального органічного вуглецю обумовлені наявністю в воді природних органічних сполук. Формування якісного і кількісного вмісту води р. Дніпро відбувається в умовах болотистої місцевості, яка суттєво збагачує воду гумусовими сполуками. Переважним компонентом природних органічних сполук дніпровської води є фульвокислоти. Їх вміст в воді в десятки разів перевищує вміст гумінових кислот. Ці сполуки мають відносно невелику молекулярну масу. Перевага в дніпровській воді вмісту фульвокислот відносно гумінових кислот погіршує умови очистки такої води методами коагуляції і окислення.

Переважна наявність фульвокислот забезпечує перевагу гідрофільним фракціям в складі природних органічних сполук. В процесі коагуляції видаляються переважно гідрофобні сполуки, а при коагуляційній обробці вод з гідрофільною фракцією ступінь видалення невеликий. В період повені або при загибелі фітопланктону внаслідок його масового розвитку може спостерігатися запах у воді [39].

Температура води змінюється впродовж року від +0,1 до +260 С, до того ж 4-5 місяців року вона нижче +50С. Значення pH доволі високі 7,4-9,5, в середньому 8,5, більш високі значення характерні для весняного періоду. Розчинений кисень досягає максимальних значень взимку – 14 мг/дм^3, а мінімальних значень влітку – 1 мг/дм^3. Вода малолужна, значення лужності коливаються в межах 2,2-4,2 моль/м^3, влітку її значення менші. Мінералізація знаходиться в межах 230-500 мг/дм^3, загальна жорсткість 2,9- 4,5 моль/м^3 (у середньому 3,4-3,8). Фітопланктон максимальних значень досягає в березні-квітні, серпні-вересні – 20 000-60 000 кл/см^3. У зимовий період водорості у воді практично відсутні. Ранньою весною переважає розвиток діатомових водоростей, в літку – зелених та синьо-зелених. Максимальні значення зоопланктону коливаються в межах 3 000 – 11 500 од/м^3.

У воді р. Дніпро проводиться визначення металів: міді, цинку, свинцю, миш'яку, молібдену, берилію, кадмію, ртуті, хрому, їх концентрація значно нижче нормативу. Концентрації пестицидів, ПАР, фенолів стандартними методами не виявляються, завжди нижче чутливості методу [37].

На ДВС-1 в якості знезараження застосовується хлорування води. Знезараження води може здійснюватися тільки хлором при використанні вільного хлору або при використанні зв'язаного хлору, якщо якість води в джерелі це дозволяє, або хлором з попереднім застосуванням амонізації води за допомогою сульфату амонію. Більш детальний опис процесу хлорування викладений у «Експлуатаційній інструкції хлорного господарства ДВС-1».

Процесом знезараження передбачено первинне і вторинне хлорування. Первинне хлорування здійснюється із існуючої будівлі хлораторної зі складом

хлору. Зі складу хлору у випарну прокладені трубопроводи рідкого хлору у кількості двох одиниць. Відбір рідкого хлору виконується із горизонтально розташованого контейнера через нижній вентиль [39].

У хлораторній і хлордозаторній встановлені санітарні колони для поглинання і нейтралізації хлору в повітрі при аварійних ситуаціях.

Первинне хлорування проходить по колектору хлор-газу через хлор-дозатор V-2000, продуктивністю 20 кг/год (всього хлор-дозаторів 6 штук – 4 робочих, 2 резервних), хлор потрапляє до ежектору. У ежекторі хлор-газ змішується з водою і далі по трубопроводах хлорної води Д = 90 мм хлорна вода подається на блок №1 і блок №2. На блок №1 робочі хлор-дозатори №1, №2 (№3 резервний), на блок №2 хлор-дозатори №4, №5 (№6 резервний). Після чого вода відправляється на вторинне хлорування.

У будівлі хлордозаторної встановлені апарати для дозування хлор-газу і подачі хлорної води у фільтрати швидких фільтрів №1-3 перед РЧВ №1-4 (блок №1) і у фільтрат контактних освітлювачів перед РЧВ №5 (блок №2). На технологічних схемах фільтрів №1-№3 встановлені дозатори марки V-10К продуктивністю 10 кг/год. Схема №1 – хлор-дозатор №4-робочий, №5-резервний; схема №2 – хлор-дозатор №1-робочий, №2-резервний; схема №3 – хлор-дозатор №6-робочий, №5-резервний. На блок контактних освітлювачів встановлені хлор-дозатори V-2000: №7-робочий, №8-резервний, продуктивністю 20 кг/год [39].

Амонізація є частиною процесу хлорування (знезараження) в ході підготовки питної води на очисних спорудах ДВС-1. Більш детальний опис процесу амонізації води викладений у «Технологічній інструкції з приготування та дозування сульфату амонію на блоці амонізації ДВС-1».

Проектна документація для будівництва вузла амонізації розроблена ВАТ «Харківський Водоканалпроект» у 2006 році. Хлорування з амонізацією на ДВС-1 застосовується з метою запобігання утворення токсичних хлорорганічних сполук – тригалометанів, зокрема хлороформу і для

забезпечення тривалішого збереження активного хлору у воді в розподільній мережі лівобережної частини міста.

Забір води з водосховища р. Дніпро здійснюється водоприймачами руслового типу. До складу водозабірних споруд входять оголовки, сифонно-самопливні трубопроводи, приймальні колодязі, суміщені з насосною станцією 1-го підйому. Оголовки призначені для безпосереднього прийому води з джерела, зміцнення і захисту від пошкодження трубопроводів у руслі річки [39].

На оголовках встановлені грати з розміром прозорів 200 х 200 мм. Забір води з р. Дніпро здійснюється 6 чавунними сифонно-самопливними трубопроводами Д = 700 мм . Відстань від приймальних колодязів до оголовків складає:

1) на глибині 6 м – 140 м;
2) на глибині 11,5 м – 230 м;
3) на глибині 36 м – 340 м.

По сифонно-самопливних водоводах вода потрапляє в приймальний колодязь, що складається з 2-х секцій. Глибина секцій 14 м, ємність кожної секції 200 $м^3$. У приймальні колодязі кожної секції входять по три нитки трубопроводів з рівнів 6м, 11,5 м, 36 м. У приймальних колодязях є приймальне відділення для сифонно-самопливних труб і відділення для всмоктуючих труб. Між відділеннями встановлені пласкі сітки з розміром прозорів 20 х 20 мм.

Насосна станція 1-го підйому блоку №1 здійснює підйом води з річки на відстійники очисних споруд попереднього очищення, звідки потім потрапляє на швидкі фільтри №1-3. Проектна потужність насосної станції складає 297,6 тис. $м^3$/доб (згідно паспортів насосних агрегатів) та 307,2 тис. $м^3$/доб (згідно фактичної продуктивності насосних агрегатів). На території ДВС-1 знаходяться 4 горизонтальних відстійника, які являють собою підземні споруди із збірних залізо-бетонних конструкцій. Кожен відстійник складається з двох самостійно працюючих половин (секцій) з вбудованими камерами реакцій.

Секції відстійників можуть працювати паралельно, як самостійні відстійники, або послідовно (у два ступені відстоювання) [39].

Кожна секція відстійника складається з 4 коридорів. Ширина кожного коридору відстійника складає 6 м, а довжина – 57 м, будівельна висота – 5 м, висота робочої зони – 4,2 м. Робочий об'єм одного відстійника складає 11491 $м^3$. Для запобігання переливу води у відстійнику встановлена вертикальна переливна труба Д = 2000 мм. Подача води у відстійник проводиться у напірному режимі від насосної станції 1-го підйому блоку №1 через розподільний трубопровід Д = 800 мм. Відстійник обладнаний двома камерами реакцій, які складаються з 3-х відділень кожна. Розміри в плані однієї камери 12 х 18 м. Відділення в камері розділені між собою залізо-бетонними плитами, встановленими на різних рівнях. Вихід води з камер реакції у відстійник відбувається через вікна, які зачиняються пласкими затворами розміром 1,8 х 1,5 м. Вода після резервуарів освітленої води подається по напірному водоводу Д = 600 мм через проміжний відстійник №3 на швидкі фільтри. Витрата води, яка подається на схему фіксується приладом обліку води марки «Січ-УЗВ». Проміжний відстійник №3 являє собою залізобетонну споруду прямокутну в плані, розділену на дві однакові половини. Будівельні розміри відстійника складають 48 х 24 х 5, загальний об'єм – 5760 $м^3$. Робоча висота відстійника – 4,1 м, робочий об'єм – 4723 $м^3$. Після проміжного відстійника вода потрапляє для фільтрації на швидкі фільтри схеми №3. Технологічна схема очистки складається з 4-х швидких фільтрів №11-14, продуктивність яких дорівнює 41,7 тис. $м^3$/доб, при швидкості фільтрування 7 м/год. Робота за максимальними швидкостями допускається за умови задовільної якості води в джерелі, з якою справляються фільтрувальні споруди за показниками каламутності, забарвленості та мікробіологічними показниками [39].

Дільниця здійснює виробничий контроль безпечності та якості води в джерелі р. Дніпро, питної води на виході зі споруд, по ланцюгу очистки, води промислової каналізації (промивні води) на скиді та води р. Дніпро в районі

скиду промивної води. Також, дільниця лабораторного контролю питної води ДВС-1 контролює якість реагентів, що використовуються, якість фільтруючого матеріалу, виконує дослідження щодо підбору оптимальних доз реагентів згідно Графіку лабораторно-технологічного контролю, який розробляється кожен рік технологічним відділом. Також, за завданням технологічного відділу дільниця лабораторного контролю питної води ДВС-1 проводить тестування нових реагентів.

Для централізованого відбору проб води по ланцюгу очистки та питної води, на спорудах ДВС-1 влаштовані пробовідбірники, діаметром 15-32 мм [39].

Контроль якості води на спорудах виконується згідно «Робочої програми виробничого контролю безпечності та якості питної води дільниці лабораторного контролю питної води ДВС-1», яка складена згідно вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та є складовою частиною технологічного регламенту.

Під час дії воєнного стану, відповідно до Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру» виробничий контроль якості води на спорудах здійснюється за «Тимчасовою програмою проведення виробничого контролю безпечності та якості питної води ДВС-1». Під час виникнення інших надзвичайних ситуацій, на підставі рішення місцевої комісії з питань техногенно-економічної безпеки і надзвичайних ситуацій м. Запоріжжя, в дію вводяться Державні санітарні норми і правила «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру». Відповідно до цих ДСанПіН виробничий контроль якості води ДВС-1 здійснюється згідно «Тимчасової програми проведення виробничого контролю безпечності та якості питної води ДВС-1». Тимчасові програми на період воєнного стану та під час виникнення інших надзвичайних ситуацій розробляються після введення в дію ДСанПіН «Показники безпечності та

окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру», а при отриманні нового висновку Державної санітарно-епідеміологічної експертизи на технологічний регламент – після отримання висновку. Тимчасова програма є складовою частиною технологічного регламенту. Правомірність роботи лабораторії встановлюється згідно діючого законодавства [39].

До складу дільниці лабораторного контролю питної води ДВС-1 входять наступні відділи:

- хімічний;
- бактеріологічний;
- гідробіологічний;
- радіологічний.

Хімічній відділ складається з центральної, цехової, спектрофотометричної та хроматографічної лабораторій (відділень). Цехова лабораторія хімічного відділу цілодобово контролює процес водопідготовки за органолептичними показниками якості води та по залишковим концентраціям реагентів. Центральна лабораторія здійснює повний контроль якості питної води, води р. Дніпро, промивної води, виконує досліди по визначенню оптимальних доз реагентів, вхідний контроль якості реагентів та матеріалів. За завданням технологічного відділу проводить лабораторні тестування з визначення ефективності роботи нових реагентів. Спектрофотометричне відділення обладнане атомно-абсорбційним спектрофотометром «Сатурн 4-ЭАВ» для визначення важких металів, аналізатором рідини «Флюорат – 02 5М» для досліджень в промивній воді та аналізатором загального органічного вуглецю. В хроматографічному відділенні знаходиться 1 газовий хроматограф «Кристалл-2000М», націлений на визначення хлорорганічних сполук (зокрема хлороформу) та пестицидів. В цеховій та центральній лабораторіях застосовуються РН-метрія, фотометричний, гравіметричний, титрометричний, хроматографічний методи вимірювань. Бактеріологічний відділ здійснює контроль якості води за мікробіологічними показниками. В гідробіологічному

відділенні визначаються технологічні показники якості води – фітопланктон та зоопланктон. Залежно від значень гідробіологічних показників регулюється технологічний процес очистки в період його масового розвитку. Радіологічний відділ здійснює радіологічний контроль якості води на малофоновій установці УМФ-2000 [39].

Контроль якості питної води по шляху її транспортування до споживача у розподільній мережі Лівого берегу здійснюється дільницею лабораторного контролю питної води розподільної мережі відповідно до «Робочої програми виробничого контролю безпечності та якості питної води лівобережної частини розподільної мережі» згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та є складовою частиною технологічного регламенту.

Під час дії воєнного стану відповідно до Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру» виробничий контроль якості питної води здійснюється за «Тимчасовою робочою програмою виробничого контролю безпечності та якості питної води лівобережної частини розподільної мережі міста».

Під час виникнення інших надзвичайних ситуацій, на підставі рішення місцевої комісії з питань техногенно-економічної безпеки і надзвичайних ситуацій м. Запоріжжя, в дію вводяться Державні санітарні норми і правила «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру». Відповідно до цих ДСанПіН виробничий контроль якості води розподільної мережі лівого берега здійснюється згідно «Тимчасової робочої програми виробничого контролю безпечності та якості питної води Лівобережної частини розподільної мережі міста», яка є складовою частиною технологічного регламенту [39].

Тимчасові програми на період воєнного стану та під час виникнення інших надзвичайних ситуацій розробляються після введення в дію ДСанПіН «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах

воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру», а при отриманні нового висновку Державної санітарно-епідеміологічної експертизи на технологічний регламент – після отримання висновку. Тимчасова програма є складовою частиною технологічного регламенту.

Питна вода по всім контрольним точкам досліджується за мікробіологічними та органолептичними показниками. В точки контролю включено відбір проб з пробовідбірників, що розташовані на розподільній мережі та на насосних станціях ІІІ підйому. До складу дільниці лабораторного контролю питної води у розподільній мережі міста входять наступні функціональні відділи: хімічний та бактеріологічний. В хімічному відділі застосовуються РН-метрія, фотометричний, гравіметричний, титрометричний методи вимірювань.

Додатково до робочих програм виробничого контролю дільниця лабораторного контролю питної води у розподільній мережі міста виконує дослідження питної води після проведення миття та дезінфекції резервуарів чистої води, після ремонту на водопровідних мережах, працює за скаргами споживачів, а також виконує додаткові лабораторні дослідження за вказівкою технологічного відділу.

Дільниця забезпечена автомобілем та сумками-холодильниками для підтримання необхідного температурного режиму проб води, які відбираються на мікробіологічні показники [39].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Фізико-географічна характеристика району дослідження

КП «Водоканал» забезпечує питною водою споживачів м. Запоріжжя, Запорізького, Вільнянського та Новомиколаївського районів чисельністю приблизно 900 тисяч осіб та близько 9 тисяч підприємств і організацій, також відводить та очищує побутові та частково виробничі скиди промислових підприємств. До основних об’єктів КП «Водоканал» належить система водопостачання та водовідведення. Всього на балансі підприємства знаходяться 2 великі насосні станції (ДВС) 1–го та 2–го підйомів, 25 насосних станцій (ВНС) загального призначення , 44 каналізаційні станції та 2 комплекси очисних споруд (ЦОС). Джерелом водопостачання служить ріка Дніпро вище греблі «Дніпрогес».

Запорізьке комунальне підприємство «Водоканал» готує воду питної якості на Дніпровських водопровідних станціях №1 і №2 (ДВС–1, ДВС–2) і транспортує її споживачам міста Запоріжжя. ДВС-1 постачає водою лівий берег м. Запоріжжя Водозабірні споруди ДВС–1 та знаходиться за адресою вул. Вузлова, 23 м. Запоріжжя [39].

Забір води з річки Дніпро здійснюється з 11-36 м. Вода надходить у прийомні колодязі двох насосних станцій першого підйому. Для знезараження і очищення води на ДВС-1 використовують амонізацію і на заключному етапі хлорування води. На ДВС-1 в камери реакції відстійників вводять коагулянт і флокулянт, де відбуваються процеси освітлення і відстоювання води. Після фільтрації вода надходить у резервуари чистої води. На блоці №2 вода потрапляє після насосної станції І-го підйому але на мікрофільми, потім вводять змішувачі. Після чого вода піддається коагуляції і після знезараження надходить в резервуари чистої води [40].



Рисунок 2.1 – Технологічна схема підготовки питної води на Дніпровській станції

Питна вода по всім контрольним точкам досліджується за мікробіологічними та органолептичними показниками. В точки контролю включено відбір проб з пробовідбірників, що розташовані на розподільній мережі та на насосних станціях III підйому. До складу дільниці лабораторного контролю питної води у розподільній мережі міста входять наступні функціональні відділи: хімічний та бактеріологічний.

В хімічному відділі застосовуються РН-метрія, фотометричний, гравіметричний, титрометричний методи вимірювань.

Додатково до Робочих програм виробничого контролю дільниця лабораторного контролю питної води у розподільній мережі міста виконує дослідження питної води після проведення миття та дезінфекції резервуарів чистої води, після ремонту на водопровідних мережах, працює за скаргами споживачів, а також виконує додаткові лабораторні дослідження за вказівкою технологічного відділу [40]. Під час виникнення інших надзвичайних ситуацій, на підставі рішення місцевої комісії з питань техногенно-економічної безпеки і надзвичайних ситуацій м. Запоріжжя, в дію вводяться Державні санітарні норми і правила «Показники безпечності та окремі показники якості питної

води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру». Відповідно до цих ДСанПіН виробничий контроль якості води розподільної мережі лівого берега здійснюється згідно «Тимчасової робочої програми виробничого контролю безпечності та якості питної води Лівобережної частини розподільної мережі міста», яка є складовою частиною технологічного регламенту [40].

2.2 Методи відбору та методики опрацювання відібраних проб

Розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) визначається за гідрохімічними показниками. Значення кожного з і-го параметру води порівнюється з їх ГДК (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Нормативи якості вод рибогосподарського призначення

Показник	ГДК
Водневий показник, pH	6,5−8,5
Окиснюваність перманганатна, мг/дм^3	10,0
ХСК, мг O_2/дм^3	20,0
Азот амонійний, мг NH_4/дм^3	0,5
Азот нітритний, мг NO_2/дм^3	0,08
Залізо загальне, мг Fe/дм^3	0,1

Розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) проводили за наступною формулою:

$$ІЗВ = (1/n) \sum(Ci/ГДКi), \quad (1)$$

де C_i – значення і-го показника якості води;

$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація і-го показника якості води;

n_i – кількість параметрів які використовують для розрахунку ІЗВ.

Відповідно до методики оцінки якості води за індексом забруднення води виділяють наступні критерії та класи якості води (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Критерії оцінки якості вод за індексом забруднення води

Клас якості води	Характеристика класу	Значення ІЗВ
I	Дуже чиста	≤0,3
II	Чиста	0,31 – 1,0
III	Помірно забруднена	1,01 – 2,5
IV	Забруднена	2,51 – 4,0
V	Брудна	4,01 – 6,0
VI	Дуже брудна	6,01 – 10,0
VII	Надзвичайно брудна	>10,0

На відміну від інших показників, для розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ береться співвідношення норматив / реальна концентрація.

Якість питної води визначають за паразитологічними показниками, яка повинна відповідати гігієнічним нормативам, наведеним у табл. 2.3.

Паразитологічні показники визначають у питній воді поверхневих та підземних (ґрунтові води) джерел питного водопостачання населення, а в разі ускладнення санітарно-епідемічної ситуації – також у міжшарових безнапірних та напірних підземних водах.

Безпечність та якість питної води за органолептичними, фізико-хімічними та санітарно-токсикологічними показниками повинна відповідати гігієнічним нормативам, наведеним у додатку 2.

Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) (далі – Санітарні норми) обов’язкові для виконання органами виконавчої влади,

місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями незалежно від форми власності та підпорядкування, діяльність яких пов’язана з проектуванням, будівництвом та експлуатацією систем питного водопостачання, виробництвом та обігом питних вод, наглядом і контролем у сфері питного водопостачання населення, та громадянами.

Таблиця 2.3 – Мікробіологічні показники за нормативами (ДСанПіН 2.2.4-171-10)

Найменування показників	Одиниця виміру	Нормативи питної води
Загальне мікробне число при t 37 °С	КУО/1 $см^3$	<= 100
Загальні коліформи	КУО/1 $см^3$	Відсутність
E. coli	КУО/1 $см^3$	Відсутність
Ентерококи	КУО/1 $см^3$	Відсутність
Патогенні ентеробактерії	наявність в 1 $дм^3$	Відсутність
Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші	наявність в 10 $дм^3$	Відсутність

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Оцінка якості води питних водозаборів річки Дніпро в районі ДВС-1 м. Запоріжжя

Оцінку якості води річки Дніпро в районі питного водозабору ДВС-1 проводили за допомогою індексу забруднення води (ІЗВ), який розраховували за шістьма фізико-хімічними показниками: водневий показник pH, перманганатна окиснюваність, хімічне споживання кисню (ХСК), азот амонійний, азот нітритний, залізо загальне. Середня концентрація фізико-хімічних показників за досліджений період (березень−жовтень) питного водозабору м. Запоріжжя представлено в таблицях 3.1−3.2.

Таблиця 3.1 – Середні значення фізико-хімічних показників якості води річки Дніпро питного водозабору ДВС-1 м. Запоріжжя в 2024 р.

Показники	березень	квітень	травень	червень
Водневий показник, pH	8,09	9,07	8,61	7,78
Окиснюваність, мг/дм^3	11,32	12,50	12,97	12,42
ХСК, мг O_2/дм^3	43,27	46,39	37,86	35,43
Азот амонійний, мг NH_4/дм^3	0,45	0,55	0,59	0,52
Азот нітритний, мг NO_2/дм^3	0,045	0,035	0,016	0,105
Залізо загальне, мг Fe/дм^3	0,54	0,71	0,65	0,58

Водневий показник pH в досліджуваних пробах коливався у весняний період – від 8,09 до 9,07; в літній період – від 7,42 до 7,78, а в осінній період був у межах 7,66−7,67. Перевищення цього показника від нормативу було виявлено в квітні-травні місяці на рівні 1,0−1,1 ГДК.

Впродовж всього періоду дослідження нами було виявлено перевищення концентрації перманганатної окиснюваності води від рибогосподарського

нормативу. Окиснюваність води р. Дніпро в районі ДВС-1 коливалась у межах 11,32−12,97 мг/дм^3, що перевищувало значення ГДК в 1,1−1,3 рази.

Таблиця 3.2 – Середні значення фізико-хімічних показників якості води річки Дніпро питного водозабору ДВС-1 м. Запоріжжя в 2024 р.

Показники	липень	серпень	вересень	жовтень
Водневий показник, pH	7,42	7,55	7,66	7,67
Окиснюваність, мг/дм^3	12,38	11,93	12,90	12,70
ХСК, мг O_2/дм^3	33,27	32,10	35,76	34,20
Азот амонійний, мг NH_4/дм^3	0,53	0,52	0,40	0,33
Азот нітритний, мг NO_2/дм^3	0,082	0,056	0,187	0,031
Залізо загальне, мг Fe/дм^3	0,54	0,44	0,48	0,50

Концентрація хімічного споживання кисню (ХСК) з березня по вересень 2024 р. також перевищували рибогосподарський норматив більш ніж у 1,6−2,3 рази.

Азот амонійний NH^{4+} в пробах води коливався у весняний період – від 0,45 до 0,59; в літній період – від 0,52 до 0,53, а в осінній період був у діапазоні 0,33−0,40. Перевищення амоній-іону від нормативу було виявлено в квітні-серпні місяці на рівні 1,1−1,2 ГДК. В інші місяці (березень, вересень, жовтень) концентрація азоту амонійного у воді водотоку не перевищувала значення ГДК та була в нормі і відповідала нормативам рибогосподарського призначення.

Показники концентрації азоту нітритного у воді не перевищували значення нормативів ГДК у весняний, осінній періоди та влітку в серпні місяці. Проте незначне перевищення цього показника від рибогосподарського нормативу було виявлено в літку в червні-липні місяці, див. табл. 3.1−3.2.

Вміст аміаку і нітритів в пробах води в районах питних водозаборів подекуди в певні місяці 2024 року перевищували нормативи ГДК. Тому при проведені технологічної обробки річкової води (очищення води поверхневих вод) для питних потреб населення м. Запоріжжя на ДВС-1 необхідно особливу

увагу звертати саме на ці гідрохімічні показники. Так, як навіть незначний вміст (концентрація) азоту амонійного й нітрит-іонів у питній воді небезпечні тим, що потрапляючи в організм людини викликають порушення дихання, а саме гіпоксію, яка може стати причиною слабкості, погіршення самопочуття, порушення функцій нервової системи, серця, тканин нирок і печінки.

Впродовж всього періоду дослідження нами було виявлено перевищення концентрації загального заліза у воді р. Дніпро в районі питного водозабору. Перевищення концентрації загального заліза у пробах води у весняний, літній та осінній періоди дослідження від рибогосподарського нормативу було (за середніми показниками) в 6,3; в 5,2 та в 4,9 разів вищими від ГДК.

За результатами дослідження показників якості води питного водозабору ДВС-1 (табл. 3.3) було розраховано індекс забруднення води (ІЗВ) на дослідженій ділянці р. Дніпро. На досліджуваному об’єкті ІЗВ змінюється в межах 1,64 (серпень) – 2,21 (квітень).

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку Індексу забруднення води (ІЗВ) річки Дніпро питного водозабору ДВС-1 м. Запоріжжя в 2024 р.

Місяць	ІЗВ	Клас якості води
Березень	1,85	ІІІ
Квітень	2,21	ІІІ
Травень	2,01	ІІІ
Червень	2,01	ІІІ
Липень	1,88	ІІІ
Серпень	1,64	ІІІ
Вересень	1,99	ІІІ
Жовтень	1,66	ІІІ

За результатами проведених досліджень (табл. 3.3) вода р. Дніпро в районі питного водозабору ДВС-1 м. Запоріжжя визначена як вода ІІІ класу за індексом забруднення води (ІЗВ).

Для води ІІІ класу належать поверхневі водні об’єкти, які демонструють значні зміни в концентрації деяких фізико-хімічних показників якості води порівняно з природними водами, а рівень змін наближається до меж екологічної стійкості водної екосистеми. Підвищений вміст деяких забруднюючих речовин у воді може призвести до того, що вода р. Дніпро може бути обмежено придатною для багатьох видів використання, включаючи питну воду і споживчі потреби. Дуже важливо вжити негайні заходи для зменшення забруднення води і відновлення її якості до прийнятних нормативів.

Якість питної води повинна відповідати діючим нормативним вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» ДСанПіН 2.2.4-171-10 або іншим нормативним документам, які будуть затверджені на період дії технологічного регламенту.

3.2 Оцінка якості водопровідної питної води після очищення на ДВС-1 м. Запоріжжя

Щоб оцінити якість питної води нами було проведено дослідження бактеріологічних, фізико-хімічних, органолептичних та санітарно токсикологічних показників якості водопровідної питної води за різні періоди року, див. табл. 3.4−3.9.

Загальне мікробне число є непрямим показником бактеріального забруднення води, оскільки характеризує загальний вміст мікроорганізмів у воді без їх якісної характеристики. Найбільше загальне мікробне число у весняний період спостерігається в березні та становить 35 КУО/100 $см^3$, а найменше у травні – 11. Але за весь весняний період показники відповідають нормативу ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Таблиця 3.4 – Бактеріологічні показники якості водопровідної питної води після очищення на Дніпровській водопровідній станції № 1.

Показники	Норматив*	березень	квітень	травень	червень
Загальне мікробне число	< 50	35	24	11	13
Загальні коліформи	—	—	—	—	—
Escherichia coli	—	—	—	—	—
Ентерококи	—	—	—	—	—

Примітки: * – норматив гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4-171-10; — відсутність мікроорганізмів.

Таблиця 3.5 – Бактеріологічні показники якості водопровідної питної води після очищення на Дніпровській водопровідній станції № 1.

Показники	Норматив*	липень	серпень	вересень	жовтень
Загальне мікробне число	< 50	19	15	11	17
Загальні коліформи	—	—	—	—	—
Escherichia coli	—	—	—	—	—
Ентерококи	—	—	—	—	—

Примітки: * – норматив гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4-171-10; — відсутність мікроорганізмів.

За літній період найбільший показник мікробного числа спостерігався у липні та становив 19 КУО/100 $см^3$ найменше значення було у червні – 13, за осінній період показники були у межах 11−17, що відповідає нормативам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

За результатами бактеріологічного дослідження питної води після її очищення на Дніпровській водопровідній станції № 1 (ДВС-1) у продовж

весняно-осіннього періоду в пробах води не було виявлено кишкову паличку, ентерококи та загальних коліформних бактерій. Таким чином можемо зробити висновок, що за бактеріологічними показниками вода відповідає гігієнічним вимогам до води питної, призначеної для споживання людиною (нормативу ДСанПіН 2.2.4-171-10), та придатна для використання.

Таблиця 3.6 – Фізико-хімічні та органолептичні показники якості водопровідної питної води після очищення на Дніпровській водопровідній станції № 1.

Показники	Норматив[1]	березень	квітень	травень	червень
Запах, бали	≤ 2	1	1	1	1
Забарвленість, градуси	≤ 20 (35)*	24,43	28,21	26,85	24,62
Каламутність, мг/дм^3	< 0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Смак, бали	≤ 2	–	–	–	–
pH	6,5−8,5	8,13	7,94	7,55	7,26
Жорсткість, мг-екв/дм^3	7,0	5	5	5	5

Примітки: [1] – норматив гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4-171-10; * – максимальний рівень нормативів застосовується в окремих випадках, що пов’язані з особливими природними умовами та технологією підготовки питної води, що не дозволяє довести якість питної води до жорсткішого нормативу, про що повинно бути зазначено у технологічному регламенті або іншому документі з описом технологічного процесу виробництва питної води.

Аналізуючи органолептичні показники якості води було з’ясовано що кольоровість води за весняний період коливалась у межах 24,43−28,21, у літній період становить 22,43−24,62, а в осінній період цей показник був у межах

23,68−24,00, див. таблицю 3.6. Максимальне значення цього показника було виявлено в квітні (28,21), але він відповідав нормативам щодо водопровідної питної води.

Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні та органолептичні показники якості водопровідної питної води після очищення на Дніпровській водопровідній станції № 1.

Показники	Норматив[1]	липень	серпень	вересень	жовтень
Запах, бали	≤ 2	1	1	1	1
Забарвленість, градуси	≤ 20 (35)*	23,48	22,43	23,68	24,00
Каламутність, мг/дм^3	< 0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Смак, бали	≤ 2	-	-	-	-
pH	6,5−8,5	7,20	7,22	7,32	7,34
Жорсткість, мг-екв/дм^3	7,0	5	5	5	5

Примітки: [1] – норматив гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4-171-10; * – те ж саме що і для табл. 3.6.

Каламутність води – показник, що характеризує зменшення прозорості води внаслідок наявності в ній неорганічних і органічних тонкодисперсних частинок. Впродовж всього періоду дослідження показник каламутності не змінювався і дорівнював 0,58 мг/дм^3, що відповідає нормативам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Водневий показник (pH) у весняний період коливався у діапазоні 7,55−8,13, в літній період був у межах 7,20−7,26, а у вересні та жовтні 7,32−7,34.

Жорсткість води протягом всього періоду складала 5 ммоль/дм^3. Так, за фізико-хімічними і органолептичними показниками водопровідна питна вода

після очищення на ДВС-1 відповідає показникам діючого нормативу ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Таблиця 3.8 – Фізико-хімічні й деякі санітарно-токсикологічні показники якості водопровідної питної води після очищення на Дніпровській водопровідній станції № 1.

Показники	Норматив[1]	березень	квітень	травень	червень
Залізо загальне, мг/дм^3	≤ 0,2	0,17	0,2	0,2	0,2
Хлор залишковий зв'язаний, мг/дм^3	≤ 1,2	1,03	1,2	1,10	0,84
Діоксид хлору, мг/дм^3	≤ 0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Алюміній, мг/дм^3	≤ 0,2 (0,5)[2]	0,09	0,24	0,25	0,16
Амоній, мг/дм^3	≤ 0,5	0,45	0,49	0,49	0,49
Нітрити, мг/дм^3	≤ 0,5	0,004	0,005	0,003	0,007
Перманганатна окиснюваність, мг/дм^3	≤ 5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Примітки: [1] – норматив гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4-171-10; [2] – норматив, зазначений у дужках, установлюється для питної води, обробленої реагентами, що містять алюміній.

Концентрація загального заліза у питній воді протягом весняного та літнього періоду коливалась від 0,17 до 0,2 мг/дм^3, а восени вміст заліза загального у воді складав 0,18−0,2 мг/дм^3. Отриманні значення цього показника відповідають санітарно-гігієнічним нормативам, табл. 3.8. Перевищення концентрації заліза загального у водопровідній питній воді може призвести до збільшення ризиків інфаркту, захворювань репродуктивної системи.

Вміст залишкового хлору зв'язаного у досліджених пробах питної води на весні коливався від 1,03−1,20 мг/дм^3, а в літній період його концентрація становила 0,68−0,84 мг/дм^3. В осінній період цей показник був у межах 0,74−0,76 мг/дм^3. Перевищення концентрацій залишкового хлору зв'язаного в пробах питної води за весь період дослідження не було зафіксовано. Санітарно-токсикологічний показник (діоксиду хлору) також відповідав нормативам ДСанПіН 2.2.4-171-10 впродовж всіх сезонів досліджував та дорівнював 0,1 мг/дм^3.

Вміст алюмінію в питній воді, визначається її вихідними показниками, а також кількістю домішок, які вносяться в процесі водопідготовки. Щодо реагентів, які застосовуються на станціях водопідготовки, існує два можливих джерела забруднення: алюміній сульфат та інші солі-коагулянти для освітлення води, реагенти для знефторювання води.

Аналізуючи дані вмісту деяких показників якості води, які представлені в таблиці 3.9 можна побачити, що концентрація алюмінію протягом всього періоду дослідження відповідала санітарно-гігієнічним нормативам. Так, на весні вона була у межах 0,09−0,25 мг/дм^3, в літній період вона коливалась від 0,04 мг/дм^3 до 0,16 мг/дм^3. В осінній період вміст алюмінію у питній воді не перевищував 0,04 мг/дм^3.

Концентрація іонів амонію в очищеній воді у весняний період складала 0,45−0,49 мг/дм^3 в літку дорівнювала 0,04−0,49 мг/дм^3, а восени це показник не перевищував 0,04 мг/дм^3. Найбільша концентрація іонів амонію у водопровідній питній воді було виявлено в червні та у весняний період, але й ці показники відповідала діючим нормативам.

Найбільший вміст нітритів у пробах води був у червні (0,007 мг/дм^3), в наступні літні та осінні місяці значення показника не перевищувало 0,003 мг/дм^3. Накопичуючись в організмі, нітрити провокують так звану метгемоглобінемію. При цьому захворюванні гемоглобін в крові заміщується метгемоглобіном, який не виконує функцію перенесення кисню. Це веде до

таких серйозних наслідків як кисневе голодування, різко погіршується стан здоров’я.

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні й деякі санітарно-токсикологічні показники якості водопровідної питної води після очищення на Дніпровській водопровідній станції № 1.

Показники	Норматив[1]	липень	серпень	вересень	жовтень
Залізо загальне, мг/дм^3	≤ 0,2	0,2	0,17	0,18	0,2
Хлор залишковий зв’язаний, мг/дм^3	≤ 1,2	0,73	0,68	0,76	0,74
Діоксид хлору, мг/дм^3	≤ 0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Алюміній, мг/дм^3	≤ 0,2 (0,5)[2]	0,06	0,04	0,04	0,04
Амоній, мг/дм^3	≤ 0,5	0,50	0,49	0,46	0,40
Нітрити, мг/дм^3	≤ 0,5	0,003	0,003	0,003	0,003
Перманганатна окиснюваність, мг/дм^3	≤ 5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Примітки: 1 – норматив гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4-171-10; 2 – норматив, зазначений у дужках, установлюється для питної води, обробленої реагентами, що містять алюміній.

Перманганатна окиснюваність води за весь період дослідження весна-осінь 2024 р. дорівнювала 5,0 мг/дм^3, що є верхньою границею нормативу ДСанПіН 2.2.4-171-10. З отриманих даних (проб питної води) можемо зробити висновок, що очищена вода на ДВС-1 відповідає за бактеріологічними, фізико-хімічними, органолептичними та санітарно-токсикологічними показниками нормативам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Незалежно від того, чи відбираються проби з відкритих джерел води (наприклад, річок, каналів і ставків) чи з трубопровідних джерел, необхідно виконувати ряд методів техніки безпеки, які убезпечення від небезпечних ситуацій і захисту цілісності проб:

1. Підготовка до відбору проб:

– склад групи не менше 3-х осіб;

– пам’ятати про протипожежну безпеку при застосуванні фламбування у точці відбору проби або біля каптажу;

– враховувати погодні умови: шквалистий вітер, опади, туман, течії, вири, заморозки, крижаний покрив;

– перевіряти технічний стан транспорту, що використовується, включаючи водний;

– виключати надмірні фізичні навантаження, емоційно-нестабільну обстановку в колективі;

– оснастити працюючу групу необхідним роботи спеціалізованим обмундируванням і спорядженням;

– дотримуватись особистої гігієни та санітарних вимог;

– відмовитися на час відбору проб води від їди та напоїв.

Окремі вимоги пред’являються до техніки безпеки відбору проб стічних вод.

– склад групи не менше 2-х осіб;

– мінімізувати виробничі ризики: кисневе голодування, отруєння отруйними газами, опіки, утоплення, радіоактивне ураження, контакт із небезпечними мікроорганізмами;

– уникати слизьких поверхонь під ногами, що нависають скельних брил (каменів, нестійких конструкцій) над головою [41].

Завжди проводити розвідку поблизу джерела води, щоб визначити найлегшу точку доступу та потенційні небезпеки. Бажано усунути будь-які перешкоди, які перешкоджатимуть здатності отримати чистий репрезентативний зразок. Наприклад, якщо береться проба з каналу, високу траву або густі чагарники слід підстригти або видалити в точці доступу. Необхідно уникати ділянок каналу, які ремонтуються, оглядати місце на предмет диких тварин.

На ділянках з водопроводом необхідно переконатися, що є очевидна точка проби, наприклад клапан або патрубок, краще уникати використання старих садових шлангів, які можуть утримувати бактерії [42].

Також доцільно очистити рослинність і гнізда комах подалі від точки відбору.

2. Техніка безпеки при відбирання проб води:

– до роботи з відбору проб для хімічного аналізу допускаються особи не молодші 18 років, які засвоїли правила техніки безпеки та виробничої санітарії та успішно складені іспити кваліфікаційної комісії ;

– для забезпечення своєї безпеки треба сповістити свого керівника, колег про місцезнаходження та час, коли планується відбір зразків води;

– у зв'язку з тим, що стічні води можуть містити токсичні або займисті речовини і можуть становити небезпеку мікробіологічного або вірусного характеру, при їх відборі необхідно дотримуватися особливої обережності, використовуючи гумові рукавички, респіратор, чоботи. Після відбору проб необхідно ретельно вимити руки з милом та протерти спиртом;

– відбір радіоактивних та гарячих стічних вод та проб з систем, що перебувають під тиском, потребує спеціального обладнання та спецодягу.

– при взятті проб з великих ємностей (відстійники, накопичувачі, усереднювачі) необхідно одягати рятувальні жилети та використовувати страхувальні канати.

– при відборі проб з каналів або річки, не можна нахиляйтеся надто далеко, використовувати стовп для відбору проб.

– мати при собі аптечку першої допомоги.

– попереднє вивчення повних текстів нормативних документів, що регламентують добір проб;

– огородження дітей та тварин від обладнання та хімічних реактивів при відборі проб у житлових будинках;

– при відборі проб стічної води з колодязів необхідно користуватися пробовідбірниками, закріпленими на мотузці, довжина якої дозволяє проводити відбір, не перевішуючись у колодязь;

– відбір проб стічних вод та переливання проб у судини для зберігання повинен проводитись у гумових рукавичках та спецодязі, а при необхідності з використанням інших засобів індивідуального захисту. Щоб уникнути інфікування персоналу, слід використовувати одноразові рукавички або стерильні пристрої для утримання стерильної ємності при відборі проб;

– на очисних спорудах відбір проб здійснюють у спеціально призначених місцях, маркованих та висвітлюваних у темний час доби.

– категорично забороняється при відборі проб спускатися до шахт колодязів, закритих трас та накопичувальних ємностей [43].

3. Необхідне обладнання для відбору проб.

Відбір проб поверхневих вод.

– Чисті рукавички (безпудрені латексні або нітрилові).

– Стерильний контейнер для зразків (мінімум 100 мл).

– Багаторазовий поліпропілен або поліпропіленовий сополімер (автоклавний).

– Стерильний одноразовий флакон (пластиковий або скляний).

– Стерильний пакет.

– Етикетки або стрічка для ідентифікації зразків.

– Зразок стовпа для важкодоступних відкритих джерел води.

– Ручки та перманентний маркер.

– Місцезнаходження.

– Рядки підпису з датою і часом.

– Кулер з льодом або замороженими пакетами [44].

Відбір проб водопровідної води.

– Те саме обладнання, що й вище, з наступними доповненнями:

– Стерильні спиртові тампони.

Додаткове обладнання/предмети.

– Розпилювач розведеного спирту

– Камера

– Таблетки тіосульфату натрію (10 мг/120 мл) для інактивації хлору

– Ключ для складних клапанів

– Щітка для очищення впускних отворів

– Аптечка

– Мобільний телефон або УКХ радіо

– Спецодяг.

Унікальні проблеми, пов’язані зі зразками води: зразки води знаходяться в хімічно динамічному стані, і в момент їх видалення з місця взяття проб можуть початися хімічні, біологічні та/або фізичні процеси, які змінюють їхній склад.

Вільний хлор у зразку може реагувати з органічними сполуками з утворенням хлорованих побічних продуктів. Деякі види очищеної питної води та очищених стічних вод можуть містити вільний хлор.

Зразки зі світлочутливими речовинами, такими як поліядерні ароматичні вуглеводні, хлорфеноли та сполуки брому або йоду, слід відбирати та зберігати в контейнерах із темного скла, щоб захистити їх від світла [45].

Склад проб води також може змінюватися через мікробіологічну активність. Це особливо поширено з органічними речовинами в стічних водах, які піддаються біологічному розкладанню. Ці зразки слід негайно охолодити, зберігати та відправити при низькій температурі (приблизно 4°C).

Неорганічні речовини також можуть утворювати солі, які випадають в осад. Ці опади можуть прилипати до стінок пляшки для збору, якщо зразок не підготовлено належним чином, і це перешкоджатиме правильному аналізу.

Вода з ціанідами або сульфідами вимагає додавання консерванту гідроксиду натрію, щоб гарантувати, що ціаністий водень або сірководень не виділяються. Аміачні води консервують додаванням сірчаної кислоти.

Збереження зразка необхідне для збереження цілісності зразка. Це означає, що вода, яка перевіряється в лабораторії, має бути якомога репрезентативною для води, яку було взято [46].

4. Техніка збереження зразків.

Щоб звести до мінімуму помилки, слід ретельно відбирати зразки та поводитись із ними. Мета полягає в тому, щоб надати лабораторії набір зразків, які точно представляють водне середовище, з якого вони взяті. Для забезпечення узгодженості та ефективності процедури поводження, збереження, зберігання та транспортування зразків мають бути належним чином і точно задокументовані та дотримані.

Стабільність речовин залежить від того, наскільки добре зберігаються зразки. Інструкції щодо зберігання мають вказувати відповідні контейнери, pH, захист від світла, відсутність вільного простору, додавання хімікатів і контроль температури [47].

Час витримки – це період часу, протягом якого зразок може зберігатися після збору та консервації, а також до підготовки та аналізу, без істотного впливу на аналітичні результати. Тривалість витримки залежить від речовини, техніки збереження та використовуваної аналітичної методології. Максимальний час витримки визначається використовуваним методом і повинен бути врахований при розробці протоколів відбору проб та аналізу.

Зразки, збережені шляхом охолодження, слід охолоджувати або герметично закрити та помістити у вологий лід; синтетичний гліколь, упакований у поліетиленові пакети та заморожені. Зазвичай їх поміщають у загальний холодильник, який постачає лабораторія [48].

Методи збереження зазвичай обмежуються контролем pH , додаванням хімічних речовин, охолодженням і іноді заморожуванням.

5. Заходи безпеки під час роботи з хімічними речовинами.

Перегляд відповідних паспортів безпеки матеріалів, які зазвичай надаються або можуть бути отримані в лабораторії, надає інформацію про безпеку, необхідну для роботи з хімікатами.

Кислоти та луги, що використовуються для збереження зразків води, слід зберігати та поводитися з ними обережно. Необхідно дотримуватися обережності, щоб уникнути вдихання парів або прямого контакту зі шкірою, очима та одягом. При роботі з цими хімічними консервантами слід використовувати рукавички, а іноді і фартух [49].

Шкіру, яка контактувала з кислотами або основами, слід негайно промити великою кількістю води. Після миття шкіри забруднену ділянку можна протерти нейтралізуючим розчином. Після цієї процедури має відбутися повторне миття з милом. Якщо будь-які хімічні речовини потрапили в очі, їх слід негайно промити великою кількістю води. Також промийте очі зовні. Під час промивання може знадобитися потримати повіки відкритими. Продовжуйте змивати протягом кількох хвилин. Після надання першої допомоги всі пошкодження очей необхідно обробляти професійно. За необхідності зверніться до медичної служби та/або зверніться до лабораторії для отримання додаткової інформації [50].

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу деяких гідрохімічних показників води питного водозабору міста Запоріжжя було встановлено перевищення нормативів головним чином для п’ятьох показників – водневого показника, азоту амонійного, азоту нітритного, перманганатної окиснюваності води, та хімічного споживання кисню, що свідчить про органічного забруднення поверхневих вод даного водного об’єкту. Це вказує на потенційні ризики для здоров’я людей та потребу у вжитті негайних заходів для зменшення забруднення.

2. За результатами проведених досліджень вода р. Дніпро в районі питного водозабору ДВС-1 м. Запоріжжя визначена як вода ІІІ класу за індексом забруднення води, що характеризує її якість, як помірно забруднена вода.

3. За результатами проведених досліджень питна (водопровідна) вода р. Дніпро в районі питного водозабору ДВС-1 відповідає гігієнічним вимогам до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПіН 2.2.4-171-10) за бактеріологічними, фізико-хімічними, органолептичними та санітарно-токсикологічними показниками.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Андрусишина І. М. Вплив мінерального складу питної води на стан здоров’я населення: Вода і водоочисні технології: Навчальний посібник. Київ : Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва. 2015. 31с.

2. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/DSanPiN-2.2.4-171-10.pdf.

3. Даценко І.І. Загальна гігієна : Посібник для практичних занять. Львів : Світ, 2016. 472 с.

4. Петренко Н. Ф., Мокієнко А. В., Платов С. М. Загальна гігієнічна оцінка якості питної води та стану питного водопостачання в Україні. Актуальні проблеми транспортної медицини. Одеса : Фізико-хімічний університет ім. О.В. Богатського, 2018. 16 с.

5. Григоренко Л.В. Еколого-гігієнічна оцінка впливу питної води з централізованих, децентралізованих джерел водопостачання та доочищеної питної води на здоров’я сільського населення Дніпропетровської області. Київ : Інститут громадського здоров’я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», 2019. 342 с.

6. Бабієнко В.В. Гігієна води та водопостачання населених місць : Навчальний посібник. Одеса : Прес-кур'єр, 2021. 372 с.

7. Методичні вказівки до проведення практичних занять зі студентами біолого-технологічного факультету. Фізичні, хімічні та біологічні показники якості води / Розробники Малина В.В, Лясота В.П., Гришко В.А. Біла Церква : Білоцерківський національний аграрний університет, 2014. 45 с.

8. Zanin E., Scapinello J., Oliveira M., Rambo C.L., Franscescon F., Freitas L., Mello J., Fiori M., Oliveira J., Dal Magro J. Adsorption of heavy metals from wastewater graphic industry using clinoptilolite zeolite as adsorbent. *Process Safety and Environmental Protection.* 2017. P. 200.

9. Дмитрєва О.О., Ігнатенко Л.Г., Колдоба І.В. Соціально-екологічні проблеми якості води : Навч. посіб. Харків : Техніка, 2015. 50 с.

10. Гончарук В.В., Скубченко В.Ф., Чернявская А.П., Мешкова-Клименко Н.А. Джерела централізованого водовідведення, гігієнічні і екологічні вимоги к якості води : Матеріали науково-практичного семінару «Актуальні питання якості води в Україні». Київ, 2016. 56 с.

11. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Санітарно-гігієнічні основи спеціальності» до спеціальності «Водопостачання та водовідведення» / уклад.: О. О. Ковальова, О. В. Булгакова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2014. 46 с.

12. Гончарук В.В., Жупинский В.Н., Чернявская А.П., Скубченко В.Ф. Розробка еколого-гігієнічної класифікації якості поверхневих вод України. Київ : ІКХХВ НАН України, 2015. 157 с.

13. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» Закон України від 12.05.2010 №400. Міністерство охорони здоров'я України. 2022. С. 18-40.

14. Андрусишина І. М., Лампека О. Г., Голуб І. О. Застосування методу АЕСІЗП у визначенні хімічних елементів у водах м. Києва та області. Київ : САМ, 2015. Т. 53. 38 с.

15. Андрусишина І. М., Лампека О. Г., Голуб І. О. Мікроелементози в Україні (до проблеми використання спектральних методів для оцінки екологічно та професійно-обумовлених порушень мінерального обміну у людини). *Науковий журнал МОЗ України*. 2014. № 3 С. 136–146.

16. Водний кодекс України прийнятий Верховною Радою України 6 червня 2014 р. http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80 (дата звернення 19.11.2024).

17. Магась Н.І., Трохименко А.Г. Оцінка сучасного антропогенного навантаження на басейн річки Південний Буг. Екологічна безпека : навч.

посібник. Миколаїв : Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2015. 52 с.

18. Crompton T.R. Organic compoundz in natural water: analysis and determination, London, UK : TayIor & Frапcis Group, 2014. P. 295.

19. Прокопов В.О. Оцінка якості питної води з підземних вододжерел України з погляду впливу на стан здоров'я населення. Київ. *Науковий вісник НМУ*. 2012. №3. 126 с.

20. ДСТУ 4107-2002 Якість води. Відбирання проб. Настанови щодо біотестування проб (ISO 5667-16:1998, MOD). [Чинний від 04.12.2009] Вид. офіц. Київ : «УкрНДІЕП», 2009. 53 с.

21. Домбровський К.О. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Гідрологія». Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 34 с.

22. Основні фізичні показники якості води: https://epo.snau.edu.ua/bitstream (дата звернення 17.11.24).

23. Хільчевський В. К. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона: Навчальний посібник. Київ : ВПЦ Київський університет. 2015. 154 с.

24. Методичні вказівки до проведення практичних занять зі студентами біолого-технологічного факультету. Фізичні, хімічні та біологічні показники якості води / Розробники Малина В.В, Лясота В.П. Біла Церква : Білоцерківський національний аграрний університет, 2020. 56 с.

25. Прокопов В.О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. Київ : ВСВ «Медицина», 2016. 400 с.

26. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна оцінка водоочисних пристроїв, призначених для застосування у практиці питного водопостачання». (ДСанПіН 2.2.4-005-98) https://docs.dtkt.ua/doc/1039.1575.0

27. Daniels B. Drinking water treatment systems. https://extension.usu.edu/smac/files/uploads (дата звернення 20.11.2024).

28. Klucakova M. Comparative study of binding behaviour of Cu(II) with humic acid and simple organic compounds by ultrasound spectrometry. 2015. P. 12.

29. Жемеров О.О., Доц В. Г. Оцінка якості поверхневих вод суші: Методичний посібник для студентів-географів вищих навчальних закладів. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2021. 48 с.

30. Сафранов Т. А. Мінералізація питних вод як показник їх якості та фактор впливу на здоров'я населення. Людина та довкілля: Навчальний посібник. Одеса : ОДЕУ, 2018. 80 с.

31. Homonai V.I., Milovych S.S. Medychna khimiia, 2016. P. 672.

32. Хімічні методи визначення фенолів у воді srd.pgasa.dp.ua:8080/xmlui/bitstream/handle (дата звернення 17.11.24).

33. Largitte L., Pasquier R. A review of the kinetics adsorption models and their application to the adsorption of lead by an activated carbon. *Chemical Engineering Research and Design*. 2016. P. 109.

34. Карпенко І.В., Мідяна Г.Г., Карпенко О.Я. Вплив біогенних поверхнево-активних речовин на ріст олійних. Львів : *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2014. №5. 257 с.

35. Гомонай В.І., Мільович С.С. Медична хімія. Вінниця : Нова книга, 2016. 672 с.

36. Технологічний регламент з виробництва питної води на очисних спорудах Дніпровської водопровідної станції № 1 (ДВС-1) та централізованого водопостачання лівобережної частини міста. м. Запоріжжя: КП «Водоканал», 2023. 48 с.

37. Засипка, А. М., Кільдишева, О. В Актуальні питання санітарно-гігієнічної регламентації у водопостачанні. Київ : *Науково-практичний журнал*. 2018. №4. 208 с.

38. Запольський А. Проблеми якості питної води. Водне господарство України. Київ: Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання та водовідведення в Україні. 2023. 50–52.

39. Іванова В.М., Непша О.В. Гідрогеологічні умови формування ресурсів підземних вод Запорізької області : м. Мелітополь : Матеріали науково-практичної конференції «Меліорація та водокористування», 2018. 62 с.

40. Сайт КП «Водоканал» https://vodokanal.zp.ua (дата звернення 18.11.24).

41. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Сакалова Г.В. Технології захисту навколишнього середовища.. Методи очищення стічних вод. Херсон : Олді-плюс, 2019. 298 с.

42. Запольський А. К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. Київ : Лібра, 2018. 552 с.

43. Гвоздяк П.І. За принципом біоконвеєра. Біотехнологія охорони довкілля. Навчальний посібник Київ : Вісник НАН України. 2019. 36 с.

44. ДСТУ 8606–1:2015. Вода природних джерел. Захист від забруднення, Ч. 1. Основні положення. Київ : ДП «УкрНДЦ», 2017. 71 с.

45. Крюковська О.А., Левчук К.О. Охорона праці в галузі . Навч. посібник. Дніпро : Дніпровський національний технічний університет, 2017. 230 с.

46. Александрова К.В., Швець В.М. Особливості дотримання техніки безпеки при роботі в біохімічній та хімічній лабораторіях: навч. посібник для студентів та викладачів вузів. Запоріжжя : ЗДМУ, 2017.76 с.

47. Кошель В.І., Основи охорони праці. Навчально-методичний. Івано-Франківськ : НАІР, 2014. 151 с.

48. Одарченко М.С. Основи охорони праці лабораторний практикум. Харків : ХДУХТ, 2016. 113 с.

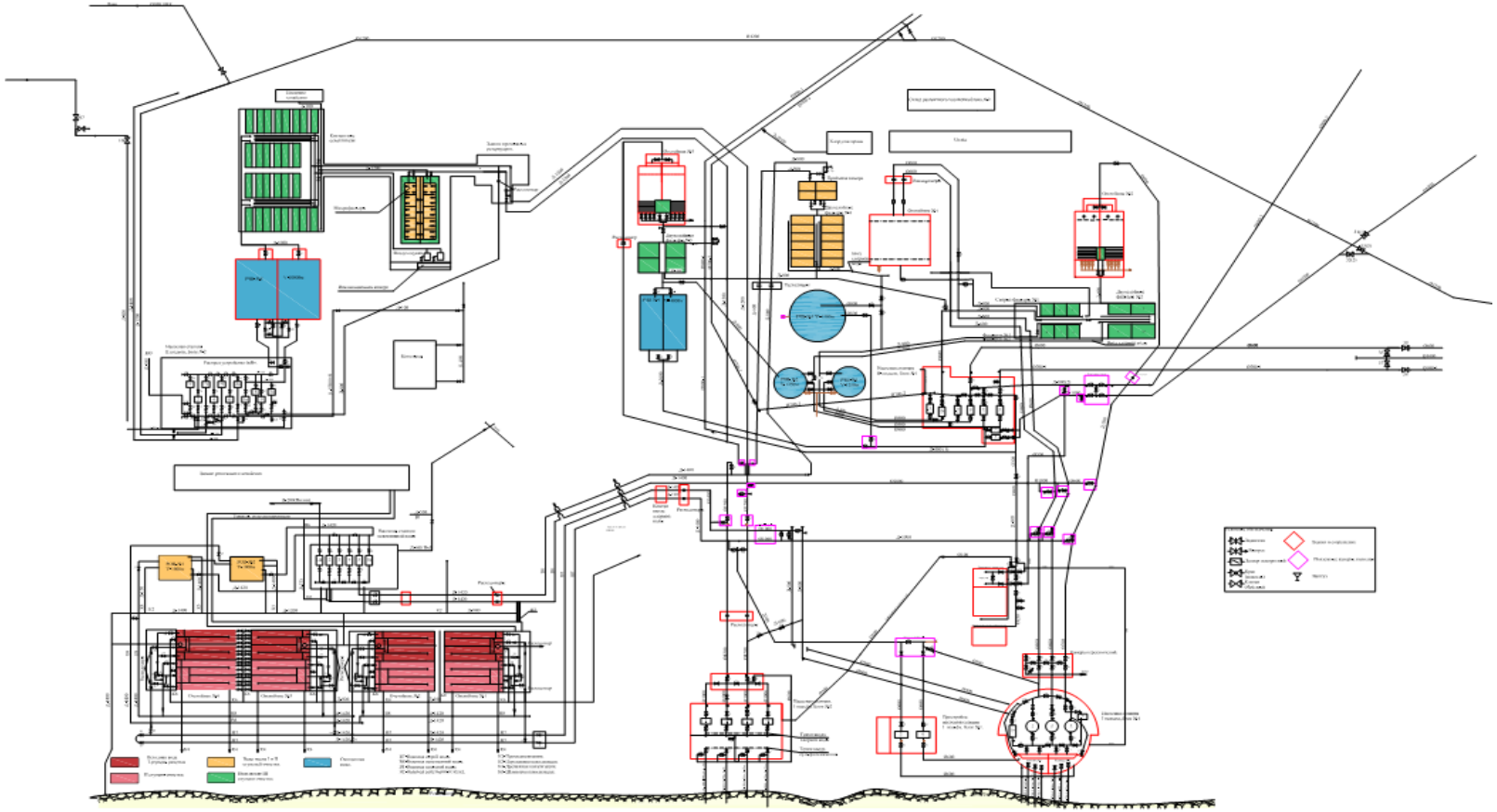
49. Млавець Ю.Ю. Охорона праці (конспект лекцій для студентів математичного факультету і факультету післядипломної освіти та доуніверситетської підготовки). Ужгород : ДВНЗ «УжНУ», 2015. 56 с.

50. Мендерецький В.В., Панчук В.П. Охорона праці. Навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 322 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Технологічна схема ДВС-1



Додаток Б

Показники	норматив ДСанПіН 2.2.4-171-10	один. виміру	НСВ-1 «Яліво-щина»	НСВ-2 «Поду-сівка»	НСВ-3 «Добро-вища»	НСВ-4 «Поду-ботки»	НСВ-5 «Хімво-локно»	Сверд.1-А с. Зарічна
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мікробіологічні показники:								
Загальні коліформи	відсутні	КУО в 100 см^3	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні
Загальне мікробне число	< 100	КУО/см^3	0	0	0	0	0	0
E. coli	відсутні	КУО в 100 см^3	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні
Ентерококи	відсутні	КУО в 100 см^3	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні
Органолептичні показники:								
Запах при 20^{0}С	< 2	бали	1 крейд.	1 H_2S	1 крейд.	1 H_2S	0	1-2
Запах при 60^{0}С	< 2	бали	1 крейд.	1	0	1	0	1-2
Забарвленість	< 20	градуси	7,18	13	2,78	12	1,05	11,04
Присмак	< 2	бали	1	1	1	1	1	1
Каламутність	< 1,5	мг/дм^3	1,45	1,25	0,47	1,34	0,02	**1,7**
Фізико-хімічні показники:								
pH	6,5÷8,5	один. pH	7,40	7,17	7,69	7,49	7,44	7,38
Залізо загальне	< 0,2	мг/дм^3	0,2	0,2	0,12	0,19	0,04	**0,425**
Жорсткість загальна	< 7,0	ммоль/ дм^3	3,9	5,15	2,01	3,8	6,77	2,9
Марганець	< 0,05	мг/дм^3	0,04	0,04	0,02	0,04	0,05	0,04
Мідь	< 1,0	мг/дм^3	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Поліфосфати	< 3,5	мг/дм^3	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Сульфати	< 250,0	мг/дм^3	5,73	7,05	2,6	1,7	1,96	2,34
Сухий залишок	< 1000	мг/дм^3	373,0	378,0	321,0	365,0	396,0	326,0
Хлориди	< 250,0	мг/дм^3	15,5	11,8	21,5	19,5	4,9	12,5
Цинк	< 1,0	мг/дм^3	0,025	0,024	0,008	< 0,005	0,017	0,013
Хлор залишковий вільний	< 0,5 (при хлоруванні)	мг/дм^3	без хлору-вання	без хлору-вання	без хлору-вання	без хлору-вання	без хлору-вання	без хлору-вання
Нафтопродукти	< 0,1	мг/дм^3	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Поверхнево-активні речовини аніонні	< 0,5	мг/дм^3	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Таблиця Б – Показники якості води згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10.