

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о.зав. кафедри екології, доц.

_____ Вікторія КАЦЕВИЧ

«_____» _____ 2024 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр»

на тему: «Екологічне обґрунтування якості води Дніпровського водосховища в
межах міста Дніпро»

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МГЕз-1-22 спеціальності 101 Екологія

_____ Валерія ЦЕРУШ

Керівник: к.б.н., доц. Таміла АНАНЬЄВА

Рецензент: к.б.н., доц. Олег МАРЕНКОВ

Дніпро-2024

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о.зав. кафедри екології, доц.

_____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« ____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу для здобуття освітнього ступеня «Магістр»
здобувачці вищої освіти
Церуш Валерії Володимирівні

1. Тема проекту (роботи) «Екологічне обґрунтування якості води Дніпровського водосховища в межах міста Дніпро»

керівник роботи: Ананьєва Т. В., к.б.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «17» січня 2024 р. № 35.

2. Термін здачі здобувачем вищої освіти закінченого проекту (роботи): «18» лютого 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Показники моніторингових спостережень за якістю води Дніпровського водосховища на території міста Дніпро у 2023 р.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):
Вступ. 1 Огляд літератури; 2 Загальна характеристика району досліджень; 3 Методи досліджень; 4 Результати власних досліджень; 5 Економічна частина; 6 Охорона праці; Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Рисунків – 15

Таблиць – 9

Використаної літератури – 33

Розділів – 6

Сторінок – 72

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН РОБОТИ

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	11.10.23 – 13.10.23	виконано
2.	Огляд літератури	15.10.23 – 30.10.23	виконано
3.	Загальна характеристика району досліджень	03.11.23 – 12.11.23	виконано
4.	Методи дослідження	20.11.23 – 15.12.23	виконано
5.	Результати власних досліджень	16.12.23 – 21.12.23	виконано
6.	Економічна частина	22.12.23 – 25.12.23	виконано
7.	Охорона праці	25.12.23 – 01.02.23	виконано
8.	Висновки	02.02.23 – 06.02.23	виконано
9.	Оформлення роботи	13.02.23– 18.02.23	виконано

Здобувачка вищої освіти

_____ /Церуш В.В./
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ /Ананьєва Т.В./
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ; 1. Огляд літератури; 2. Загальна характеристика району досліджень; 3. Методи дослідження; 4. Результати досліджень; 5. Економічна частина; 6. Охорона праці; Висновки. Повний обсяг роботи – 72 сторінки друкованого тексту, 15 рисунків та 9 таблиць. Перелік посилань містить 33 найменування.

Мета роботи – проаналізувати стан поверхневих вод Дніпровського водосховища в межах міста Дніпро за гідрохімічними показниками та надати екологічну оцінку якості води за трофо-сапробіологічними критеріями.

Об'єкт: процеси формування якості води Дніпровського водосховища в міській зоні.

Предмет: показники моніторингових спостережень за якістю води Дніпровського водосховища на території міста Дніпро у 2023 р.

Завдання:

1. Провести аналіз якості води за гідрофізичними і загальними гідрохімічними показниками (температура, забарвленість, електропровідність, зважені речовини, каламутність)
2. Проаналізувати динаміку показників кисневого режиму.
3. Визначити якість води за вмістом деяких біогенних елементів (сполук азоту).
4. Провести аналіз якості води за показниками вмісту органічних речовин.
5. Здійснити екологічну оцінку якості води за відповідними класами та категоріями.

Методи, які застосовувались: методи відбору проб води, лабораторні методи визначення гідрохімічних показників, розрахункові, аналітичні, графічні методи.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1 Гідрохімічний режим Дніпровського водосховища.....	25
3 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	27
3.1 Відбір проб води.....	27
3.2 Визначення температури води.....	28
3.3 Визначення каламутності води.....	28
3.4 Визначення забарвленості води.....	29
3.5 Визначення електропровідності води.....	30
3.6 Визначення розчиненого кисню.....	31
3.7 Визначення вуглецю органічних сполук.....	32
3.8 Визначення біохімічного споживання кисню.....	33
3.9 Визначення хімічного споживання кисню.....	35
3.10 Визначення ароматичних вуглеводнів.....	36
3.11 Визначення нітратів.....	37
4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	38
4.1 Аналіз якості води за гідрофізичними і загальними гідрохімічними показниками.....	38
4.1.1 Гідрофізичні показники (температура, забарвленість	

електропровідність).....	39
4.1.2 Загальні гідрохімічні показники (зважені речовини, каламутність).....	41
4.1.3 Кисневий режим.....	43
4.1.4 Біогенні елементи (сполуки азоту).....	43
4.2 Аналіз якості води за показниками вмісту органічних речовин...	45
4.3 Екологічна оцінка якості води за класами та категоріями.....	51
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	54
6 ОХОРОНА ПРАЦІ	56
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	58
ДОДАТКИ.....	62
Додаток А.....	63
Додаток Б.....	70

ВСТУП

Актуальність дослідження. Екологічні характеристики водойм, таких як річки, озера та океани, можуть значно впливати на здоров'я людини. Наприклад, забруднена вода може спричинити низку захворювань, включаючи холеру, тиф та гепатит. Крім того, наявність шкідливого цвітіння води під час активної вегетації синьо-зелених водоростей може призвести до загибелі риби та вироблення токсинів, які можуть завдати шкоди здоров'ю людини при попаданні в організм.

Мета роботи – проаналізувати стан поверхневих вод Дніпровського водосховища в межах міста Дніпро за гідрохімічними показниками та надати екологічну оцінку якості води за трофо-сапробіологічними критеріями.

Об'єкт: процеси формування якості води Дніпровського водосховища в міській зоні.

Предмет: показники моніторингових спостережень за якістю води Дніпровського водосховища на території міста Дніпро у 2023 р.

Завдання:

1. Провести аналіз якості води за гідрофізичними і загальними гідрохімічними показниками (температура, забарвленість, електропровідність, зважені речовини, каламутність)
2. Проаналізувати динаміку показників кисневого режиму.
3. Визначити якість води за вмістом деяких біогенних елементів (сполук азоту).
4. Провести аналіз якості води за показниками вмісту органічних речовин.
5. Здійснити екологічну оцінку якості води за відповідними класами та категоріями.

Методи, які застосовувались: методи відбору проб води, лабораторні методи визначення гідрохімічних показників, розрахункові, аналітичні, графічні методи.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Група гідрохімічних показників включає властивості воді в її природному стані, що характеризують хімічний склад води. «У число основних гідрохімічних показників якості води входять показники, які характеризують мінералізацію (катіони – магній, натрій, кальцій та калій, аніони – хлориди, карбонати, гідрокарбонати та сульфати), вміст біогенних елементів таких як, нітрити та нітрати, амоній та фосфор, кількість розчиненого кисню, водневий показник (рН). Кількісні дані за цими показниками займають значне місце в сукупності даних про стан водного об'єкта і можуть бути визначені без серйозних труднощів польовими і лабораторними методами, при дотриманні правил відбору й зберігання проб» [1].

Згідно з Матвієнко Д.О. «аналіз сучасного екологічного стану вод Дніпровського водосховища на території Дніпропетровської та Запорізької областей свідчить про те, що негативні процеси на водосховищі тривають. «Воно забруднене хімічними речовинами, які потрапили у водоймище внаслідок скиду стічних вод промислових підприємств і втратили своє природне значення» [1].

«Стан водної екосистеми Дніпровського водосховища в межах визначених областей поблизу розташування очисних споруд відображає зростання техногенного навантаження, що обумовлює процес її деградації. Для покращення його стану необхідно виділити пріоритетні напрями екологічної діяльності», таку думку виявив Левкінський С.С. [2].

Падун М.М. зазначає, «у період масового “цвітіння” у водосховищі підвищується кольоровість води (до 60 град.), з'являються неприємні присмаки і “гнильні” запахи (3-4 бали), зростає ступінь мікробіологічного забруднення

води» [3].

Вовкодав Г.М. у звіті про екологічну оцінку Дніпровського водосховища пише, що «води Дніпровського водосховища за блоком показників сольового складу “відмінні”, “дуже чисті”. Проте, при несприятливих умовах протягом обмеженого відрізка часу їх якість знижується за станом і ступенем чистоти до “дуже добрих”, “чистих”. Для блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників визначено величини, які відповідають категоріям 4 - “задовільні”, “слабко забруднені” та 5 (4,5) - “посередні”, “помірно забруднені” води; для блоку специфічних показників токсичної дії - категоріям 2 (“дуже добрі”, “чисті”) і 3 (“добрі”, “досить чисті”) відповідно» [4].

«Найбільші зміни якості вод Дніпровського водосховища відбулись за блоком специфічних речовин токсичної дії, котрі обумовлені високим вмістом заліза загального і марганцю. Рівень екологічної шкоди за блоком трофо-сапробіологічних показників виражений погіршенням в основному за рахунок зростання вмісту фосфору фосфатів і величини перманганатної окиснюваності. За блоком показників сольового складу порушення нормативних вимог у водосховищі не відмічено», зазначила Майборода О.І. [5].

Романенко В.Д., зробив такий висновок, «для зменшення негативного впливу підвищення вмісту речовин-забруднювачів необхідно проводити комплексний моніторинг усіх об'єктів навколишнього середовища, розробляти нові альтернативні технології водообробки, використання яких дозволило б отримувати безпечну для здоров'я питну воду, навіть з досить сильно забруднених деякими видами хімічних речовин (озонування, використання окисників)» [6].

Газовий режим водоймища впливає на життєдіяльність гідробіонтів більше, ніж температура води. Кисень, вуглекислота, сірководень, метан можуть впливати не тільки на продуктивність, але і на всі життєві функції. Вуглекислому газу в воді майже в сімсот разів більше ніж в повітрі. Саме тому екологічний стан водойм та якість води залежить від концентрації кисню, яка впливає на процеси

окиснення та відновлення. «Сірководень – хімічна сполука, яка дуже нестійка і, зустрівши кисень на поверхні, миттєво перетворюється на безпечні сполуки, позбавлені запаху та смаку. Це призводить до того, що сірководень накопичується в умовах дефіциту кисню. У воді свердловин він утворюється внаслідок контакту води з залягаючими під землею сірчаними рудами, які містять сульфіді. Сірководень може утворюватися у поверхневих водах або відкритих колодязях через процеси розкладання і відновлення сульфатів (сполук шестивалентної сірки) за участю сульфатредуючих бактерій. Сульфати, що є поширеною домішкою у воді, перетворюються на сульфіді (сполуки двовалентної сірки). Проблема насичення водою сірководнем характерна для боліт та донних відкладень, що мають форму замулення» [6, 7].

Співвідношення розчинених у воді газів має безпосередній вплив на життєдіяльність риб та інших гідробіонтів, в одних випадках призводячи до їх загибелі, в інших – знижуючи їх загальну стійкість до збудників хвороб. При несприятливому газовому режимі водою досить часто спостерігається масовий замор риби. Найчастіше виникають заразні хвороби з важким перебігом, що стають причиною масової загибелі риб [7].

Підвищений вміст біогенних елементів у верхніх горизонтах водою викликає посилене цвітіння води за рахунок фітопланктону і збільшення чисельності зоопланктону, в результаті прозорість води різко знижується, припиняється проникнення сонячних променів углиб водою та починають гинути донні організми [7].

Формування гідрохімічного режиму на теперішньому етапі проходить під впливом як зовнішніх, так і внутрішніх чинників, серед яких найбільше значення мають стік, кількість опадів, антропогенне забруднення; а також швидкість водообміну і внутрішніх процесів. Велику роль у водосховищі грає його самозабруднення внаслідок інтенсивної вегетації синьо-зелених водоростей [8].

Особливістю водосховищ є регульований водообмін внаслідок гідробудівництва, а також вплив на водойму скидання підігрітих вод і рибогосподарське використання водойм-охолоджувачів [10].

«Хімічний склад природних вод є складним і різноманітним комплексом мінеральних солей, розчинених газів та органічних сполук. Цей склад є ключовим фактором, який визначає якість води і важливий при плануванні водопостачання, вивченні процесів забруднення водойм, а також прийнятті рішень щодо очищення стічних вод перед їхнім відведенням у водойми. Сучасні методи аналізу дозволяють визначити понад 80 хімічних елементів у воді, але багато з них зустрічаються у дуже малих кількостях і не можуть бути виявлені через обмежену чутливість методів аналізу» [11].

«Формування хімічного складу та якості води в водосховищах - складний і багатогранний процес, що залежить від часу (багаторічний та сезонний аспекти) і місця, тобто може відрізнятися на різних ділянках водосховища» [12].

«Водосховище - це штучне водосховище, яке утворюється завдяки будівництву гребель у річкових долинах і призначене для накопичення та перерозподілу водних ресурсів залежно від потреб господарства» [12].

«По берегах водосховища розташовано безліч населених пунктів, включаючи такі великі промислові центри, як міста Дніпро, Запоріжжя і Кам'янське. Збільшення використання води з водосховища для комунальних потреб, промислового та сільськогосподарського виробництва, негативно впливає на його екологічний стан» [4.12]

«Акваторія водосховища постійно зазнає забруднення від неочищених або недостатньо очищених стічних вод, що скидаються з промислових підприємств. Найбільшого техногенного навантаження зазнають верхня ділянка водосховища та його притоки. Щорічно сюди скидають:

572 млн. м³ стічних вод від підприємств металургійної промисловості;

40 млн. м³ - від хімічної промисловості;

80 млн. м³ - від вугільної промисловості» [13.14].

Сюди ж надходить близько 300 млн. м³ міських стічних вод, у тому числі стоки без очищення або недостатньо очищені складають в сумі для Кам'янського 31,37 тис. м³/рік, для Дніпра – 160 тис. м³/рік. Зі стоками у водойму потрапляють різні речовини, які еволюційно не властиві для біогеоценозів і тому можуть викликати структурну деградацію біоценозів в місцях їх скидання [13]

Найбільшою мірою Дніпровське водосховище забруднюється у своїй верхній частині через неочищені або недостатньо очищені скидні води, які надходять від великих промислових міст, як Кам'янське і Дніпро. [14]

Зворотна вода – це вода, яка після використання в господарській діяльності людини за допомогою спеціальних споруд та засобів повертається до природних водойм. Існує декілька основних видів зворотних вод:

«Стічні води: господарсько-побутові: вода, що використовується в житлових будинках та інших комунальних закладах; промислові: вода, що використовується в процесах виробництва на промислових підприємствах; виробничі: вода, що використовується для технологічних потреб. Теплообмінні: вода, що використовується для охолодження обладнання. Шахтні: вода, що використовується для відведення з шахт. Кар'єрні: вода, що використовується для відведення з кар'єрів. Виробничо-побутові: вода, що використовується в населених пунктах, включаючи господарсько-побутові та промислові стоки. Вода з рибогосподарських ставків: вода, що використовується для розведення риби. Від тваринництва: вода, що використовується для утримання тварин. Дренажні води: вода, що використовується для осушення земель. Скидні води: вода, що скидається у водойми після очищення» [15].

Основними забруднюючими сполуками є легкоокислювані органічні речовини, амонійний азот, нітрити, нітрати та фосфати. Зміна їх вмісту у воді викликана впливом антропогенних і природних факторів [15].

Зміни мінералізації води р. Дніпро за сезонами року до його зарегулювання знаходилися у зворотній залежності від витрат її. Мінімум спостерігався відразу за проходженням піку наводку. Мінералізація води

коливалася в межах 144–376 мг/л (у середньому 248 мг/л), збільшувалася в зимовий період. Мінералізація воді — показник загального вмісту мінеральних речовин (розчинених йонів та солей) у воді. У період 1929–1934 рр. більшість солей має мінімальні значення концентрації під час наводку і максимальні значення в зимовий період, коли рівень води знижується. Виключенням були хлориди, максимальні значення яких спостерігалися влітку. Порівнюючи дані сольового складу водосховища за 1947–1952 рр. та за 1944–1946 рр., коли спостерігався річний режим, Р. С. Ровінська (1955) зробила висновок, що помітної зміни в мінералізації води не спостерігалось, але у водосховищі порівняно з річкою дещо підвищена кількість натрію і сульфатів [16].

У 1956–1960 рр. значення мінералізації змінювалися в межах 109–450 мг/л, тоді як у 1963–1965 рр. – у межах 184–374 мг/л. За даними А. К. Столбунова у наступні роки до 1969 р. значення мінералізації вода водосховища знаходилися в межах 109–450 мг/л, що було характерно для періоду з 1956 до 1960 рр. За довгою віссю водосховища постійно спостерігалось невелике збільшення мінералізації до иригребельної ділянки (на 30–68 мг/л) [9.16].

У період з 1986 р. до 1990 р. мінімум мінералізації спостерігався в осінньо-зимовий період, максимум – ранньою весною [17].

Перші спостереження кисневого режиму були розпочаті ще у 1929 р. і вказали на те, що у воді незалежно від інтенсивної аерації на порогах, кількість розчиненого кисню залишається нижче теоретично можливого, що вказує на активне його споживання під час мінералізації органічних речовин. «Забруднення, які надходять у водойми через промислові, сільськогосподарські та побутові стоки, мають значний вплив на кисневий режим водойм. Більшість цих стічних вод, окрім прямого токсичного впливу на рибу, спричиняють різке зниження кисню у воді, що призводить до збіднення кормової бази та вимирання оксифільних видів риб. Риби можуть виживати при низькій концентрації кисню, проте тривалість їхнього виживання залежить від ступеня зниження вмісту кисню: чим значніше відхилення, тим коротший час виживання. Хоча риби

можуть переносити низькі концентрації кисню тривалий час, будь-яке зниження кисню негативно впливає на їхні фізіологічні функції, зокрема на ріст і відтворення. Особливо великий негативний вплив низьких концентрацій кисню спостерігається на ранніх етапах розвитку і зростання риб» [18.19].

Заповнення водосховища у 1932 р. призвело до зменшення швидкості течії, інтенсивності перемішування водних мас, а також до стратифікації кисню [18.19].

Найвищий вміст розчиненого у воді кисню спостерігався у 1944 р., у наступні два роки його кількість у верхній частині зменшувалась, особливо у 1946 р. (57–64% насичення) нижче Ненаситецького порогу. Найсприятливіший кисневий режим був у 1944 р. – у середньому 91,0% насичення, а у 1945 р. і особливо у 1946 р. він дещо погіршився і досяг в середньому лише 75% насичення. [19]

У 1947 р. у деяких точках пригребельної ділянки в придонних шарах води кисень був абсолютно відсутній, влітку 1947 р. у районі колишнього Звонецького порогу в придонному шарі кількість кисню складала 59,8 % від нормального насичення, а нижче за течією водосховища – біля с. Федорівка – 27,5 % насичення. Вміст кисню в 1949–1951 роки коливався в межах від 5,33 до 14,5 мгО₂/л. До району Кодак – Любимівки величини кисню зростають, але початкових не досягають. Відсоток насичення води киснем коливався від 54,8 до 179,5 %. Високі показники насичення води киснем пояснюються «цвітінням» води. Особливо велике недонасичення води киснем спостерігається в нижній ділянці водосховища, а в 1949–1950 рр. у середній та нижній ділянках водосховища спостерігалось перенасичення води киснем. У 1951 р. у нижній ділянці водосховища, починаючи від району с. Свистуново до дамби, знову спостерігалось їм до насичення води киснем. Влітку 1952 р. спостерігалось дуже сильне «цвітіння» води, що супроводжувалося високими показниками кисню, в деяких пунктах насичення перевищувало 200 % [20].

Цвітіння води це такий «природний процес, що виникає від активного

розмноження мікроскопічних водоростей, переважно синьо-зелених. Завдяки втручанню людини, цей феномен став більш поширеним і має низку негативних наслідків: забруднення питної води токсинами та продуктами гниття; масове вимирання риби та водних ссавців у річках, морях та в рибних господарствах; економічні втрати внаслідок зменшення привабливості туристичних регіонів» [20].

У період 1986–1990 рр. максимальний вміст кисню спостерігався весною, коли ще низька температура води та активувні процеси фотосинтезу, «і органічні речовини вже піддаються процесам мінералізації у зимовий період. Розподілення його в акваторії у товщі води більш-менш рівномірне, влітку дуже динамічне [21].

У 2007 р. вміст кисню знаходився на достатньо низькому рівні не тільки у придонному (3,1–5,0 мг/л, або 35,4–58,4% насичення), але й в поверхневому (2,5–5,2 мг/л, або 29,6–61,8% насичення) шарі [21]

Вміст амонійного азоту у воді водосховища у 1944–1946 рр. був незначний, але інколи спостерігається підвищений вміст азотвмісних сполук у перші роки формування водосховища за рахунок вилуговування їх з ґрунту та розкладання рослинного. У 1951–1952 рр. кількість амонійного азоту у деяких пунктах була високою, що, ймовірно, пов'язано з кількістю промислових стоків, які потрапляли до водосховища. Кількість біогенних елементів найбільшої величини досягає влітку, коли відбуваються найбільш інтенсивні процеси мінералізації органічних речовин [22].

У багаторічному аспекті слід зазначити зміну динаміки вмісту амонійного азоту у товщі води Запорізького водосховища після врегулювання розташованої вище ділянки річки: зменшення приблизно на 52 % весною і збільшення приблизно в 2,5 рази в осінній період. Крім того, слід зазначити стабілізацію амплітуди його концентрацій у водоймищі у 1977–1987 рр. Кількість амонійного азоту у воді за період 1980–1986 рр. досягла 0,250–0,413 мгN/л, а на мілководях – 0,577 мгN/л. Максимальні концентрації амонійного азоту (0,257 мгN/л)

спостерігаються біля м. Дніпропетровська і на середній ділянці водосховища біля затоки Плоска (Осокорівка; біля с. Військового вона коливається в межах від 0,234 до 0,257 мгN/л; на створі Кодак–Любимівка – 0,109–0,164 мгN/л, а біля дамби – 0,039–0,133 мгN/л. Мінімальні концентрації амонійного азоту спостерігаються весною (в період повені) і восени в періоди інтенсивної циркуляції водних мас та процесів окислення амонійного азоту, що посилюються, до нітриту і нітратів [23].

У сезонному аспекті за 1986–1990 рр. максимальні значення NH_4 спостерігалися влітку, коли при високих температурах води активно мінералізується органічна речовина. Взимку його концентрації мінімальні. Влітку 2007 р. вміст амонійного азоту знаходився у межах 0,11–2,24 мгN/л, а восени його вміст знизився до 0,26–0,81 мгN/л. Винятком є ділянка біля скиду стічних вод заводу ім. Петровського, де концентрація амонійного азоту мала максимальні значення від 0,50 до 3,90 мгN/л як влітку, так і від 3,88 до 5,04 мгN/л восени. Такі значні показники вмісту азоту амонійного у воді саме в цьому районі водосховища обумовлені антропогенним забрудненням останнього [23].

Взимку концентрація амонійного азоту майже не змінилася відносно осінніх даних 2007 р. [23].

У 1944-1945 рр. нітриту у воді не були виявлені. Поява невеликої кількості нітритів та нітратів у 1946 р. вказує на процеси самоочищення, що відбувалися у воді [10]. Вміст нітритів у середньому по водосховищу наприкінці 80-х років коливався від 0,0006 до 0,004 мгN/л [24].

У багаторічному аспекті середні значення концентрації нітритів у воді водосховища мають періоди підвищення та спаду, а у 2007 р. цей показник має максимальне значення.[24].

Підвищений вміст нітритів може бути зумовлений підсиленими процесами розпаду органічних залишків в умовах уповільненого окислення нітритів до нітратів. Дане явище характерне і для нашого випадку, як результат низького насичення води киснем і влітку, і восени. Взимку 2008 р.

спостерігається підвищення вмісту нітритів, що не заперечує багаторічній динаміці нітритів у водосховищі [25].

У 1944–1945 рр. нітрати були відсутні, а у 1946 р вони вже з'являються у воді, що вказує на процеси самоочищення, які активно розпочались [10]. Після заповнення Кременчуцького водосховища вміст нітратів у Запорізькому водосховищі збільшився приблизно у 6 разів, а у 1965–1985 роках їх концентрація утримувалась на рівні 0,019 мгN/л з тенденцією до збільшення восени. Влітку кількість нітратів зростала у придонних шарах води. Амплітуда коливань концентрацій нітратів у 1977–1987 рр. збільшувалася. Влітку нітрати найчастіше були відсутні й з'являлися восени з послабленням біологічних процесів [13]. Вміст нітратів у середньому по водосховищу наприкінці 80-х років коливався від 0,043 до 0,196 мгN/л [20]. У 2007 р. вміст нітратів влітку був нижчим, ніж восени [25].

Як зазначалося вище, вміст нітратів у воді водосховища у 2007 р. порівняно з попередніми роками нижче, а у багаторічному аспекті спостерігається коливання значень нітратів у воді водосховища з максимальними середніми значеннями у 1930–33 рр., 1956–60 рр. та у 1992–94 рр. Взимку 2008 р. концентрація нітратів у воді характеризувалась більш вузьким діапазоном концентрацій, ніж влітку та восени. При цьому підвищилось нижнє граничне значення їх вмісту, чого й потрібно було очікувати, тому що взимку нітрати накопичуються у воді більшою мірою, ніж в інші сезони року [26].

Мінімальні значення перманганатної окислюваності спостерігалися взимку. Влітку величина перманганатної окислюваності зростає за рахунок інтенсивного розвитку планктону й активізації біохімічних процесів мінералізації органічних речовин. Визначення перманганатної окислювальної спроможності води вказує на наявність органічних і неорганічних речовин у воді, які можуть бути окислені хімічними окислювачами за визначених умов [26].

Для води р. Дніпро біля м. Дніпропетровська в період 1929–1934 рр. характерні високі значення перманганатної окислюваності при відсутності

інших показників забруднення. Це явище Л. М. Горовиц-Власова пояснює впливом рослинних організмів, які виділяють у воду легкоруйнуючі органічні речовини [27].

Висока перманганатна окислюваність води також спостерігалася і в 1944–1945 рр. як і до затоплення й це явище не супроводжувалось іншими показниками забруднення [26]. У 1949 р. найменша кількість органічних речовин спостерігалася в літній період; величина перманганатної окислюваності, що характеризує відносну кількість органічних речовин у воді, дорівнювала 10,34 мгО/л [10]. З 1960 р. кількісні зміни у динаміці органічних речовин водосховища відбулися таким чином, що їх вміст (за величиною окислюваності) зменшився весною (на 16–33%), збільшився влітку (на 11,6–15,0%) і значною мірою - восени (на 21–65%). З 1969 р. вміст органічних речовин у водоймищі дещо знизився, а в якісному відношенні збереглася закономірність, що виникла у 1960 р. [13].

У період 1986–1990 рр. мінімальні значення перманганатної окислюваності спостерігаються у більшості випадків весною, як і зазначалося вище, коли до водосховища потрапляє зимова дніпровська вода, органічні речовини якої зазнали процесів мінералізації у Кременчуцькому водосховищі. [3, 13].

Дані за 2007 р. свідчать про те, що вода водосховища містить у собі достатньо велику кількість легкоокислюваних органічних сполук. Влітку перманганатна окислюваність води складала в середньому близько 20 мг О/л у поверхневому шарі і близько 15,0 мг О/л біля дна. Восени значення перманганатної окислюваності помітно знизились (середні величини перманганатної окислюваності води досягали 15,0 та 11,0 мг О/л відповідно у поверхневому та придонному шарах води). У той же час, ці значення ПО води вище тих, що спостерігались у попередні роки.

Природна вода є цілісним комплексом різних сполук, які в кінцевому результаті не тільки задовольняють технологічні та побутові потреби людини,

але створюють унікальне середовище для розвитку водних рослин і тварин. Саме склад води передбачає продуктивність водойм: за рахунок сонячної енергії рослини із неорганічних сполук утворюють органічну речовину, яка через харчовий ланцюг надходить до кінцевих споживачів [27].

«Вміст розчиненого кисню у воді є важливим показником екологічного стану водойми. Його нестача призводить до посилення відновних процесів, що, в свою чергу, стимулює міграцію речовин з донних відкладів у придонну воду. Це явище, відоме як вторинне забруднення, може мати значні масштаби, залежно від тривалості дії анаеробних умов» [27].

Найбільшу увагу «викликає вивчення надходження та розподілу у водах місцевого стоку біогенних речовин, особливо сполук азоту і фосфору. Адже вони є хімічними каталізаторами процесу антропогенного евтрофування поверхневих вод, який у наш час вже досяг глобального, планетарного масштабу» [27].

Нагромадження амонійного азоту у водному середовищі в літній період може бути пов'язане з декількома причинами. По-перше, при низьких значеннях концентрації розчиненого кисню істотно сповільнюється процес нітрифікації - окислювання аміаку до нітритів і нітратів бактеріями, що нітрифікують. По-друге, улітку підсилюються процеси бактеріального розкладання органічних речовин з виділенням амонійного азоту. По-третє, дефіцит розчиненого кисню варто розглядати як важливий фактор посилення міграції амонійного азоту з донних відкладень в анаеробних умовах [29].

Як відомо, «нітрит-іони є проміжним продуктом нітрифікації. Вони хімічно нестійкі і швидко окислюються до нітрат-іонів при наявності у воді достатніх кількостей розчиненого кисню. Підвищення концентрації іонів NO_2^- у воді може бути обумовлено посиленням процесів розкладання органічних залишків за умови уповільненого окислювання NO_2^- до NO_3^- » [29].

Процес нітрифікації - це такий мікробіологічний процес, у якому аміак окислюється до азотистої кислоти або навіть до азотної кислоти. Цей процес відбувається в аеробних умовах, як у ґрунті, так і у природних водах. Часто це

може спричиняти появу нітратів у них у токсичних кількостях. Оскільки нітрати є найбільш активно мігруючими в розчині формами азоту, їх виведення з ґрунту вниз по схилу водоймища може призводити до евтрофікації цих водойм [22].

Визначення нітратів і нітритів у поверхневих водах дає загальні вказівки на харчовий статус і рівень органічного забруднення. Отже, ці види включені у більшості основні дослідження якості води і багатоцільового або фонового моніторингу програм [29].

Як відомо, наявність у поверхневих водах іонів NO_3^- обумовлена, насамперед, окислюванням амонійних іонів у присутності розчиненого кисню під дією бактерій, що нітрифікують. Невисокий вміст нітрат-іонів на фоні підвищених концентрацій нітритів пов'язаний з нестачею кисню чи з пригніченням функціонування нітробактерій [29].

Зміщення балансу окислювально-відновлювальних процесів у бік відновлення створює несприятливі умови для самоочищення водойми [30].

У деяких районах, різке збільшення концентрації нітратів у водах за останні 20 чи 30 років, були пов'язані з підвищеним вмістом добрив, особливо у багатьох традиційних сільськогосподарських регіонах (Hagebro et al., 1983; Roberts and Marsh, 1987) [30].

Фосфор є важливою живильною речовиною для живих організмів і існує у водних об'єктах як в розчиненому так і в зваженому видах. Це, як правило, обмежуючи поживних речовин для росту водоростей контролює первинну продуктивність водойми. Штучне збільшення концентрації фосфору в результаті людської діяльності є головною причиною евтрофікації [31].

В результаті надмірної активності автотрофів (особливо водоростей та ціанобактерій) їхня продуктивність призводить до високих бактеріальних популяцій і високих темпів дихання, що призводить до гіпоксії або аноксії в погано змішаних придонних водах і вночі в поверхневих водах у спокійних, теплих умовах. Низький рівень розчиненого кисню призводить до втрати водних тварин і звільнення багатьох матеріалів, які зазвичай прив'язані до донних

відкладеннях у тому числі різних форм фосфору. Це звільнення фосфору зміцнює евтрофікацію [29.30].

У природних водах і в стічних водах, фосфор зустрічається, в основному в розчинених ортофосфатів, поліфасфатів та органічно пов'язаних фосфатів. Ортофосфат є єдиною формою фосфору яку можу засвоїти автотрофи. Зміни між цими формами постійно виникають через розклад і синтез органічно зв'язаних форм і окисленого неорганічними формами [32].

Природні джерела фосфору формуються головним чином під впливом зовнішніх факторів та розкладання органічної речовини. Головними забруднювачами є стічні води(особливо ті, які містять миючі засоби), промислові стічні води сприяють підвищенню фосфатів в поверхневих водах.

Так як фосфор є необхідним компонентом біологічного циклу у водних об'єктів він часто включений в базу обстежень якості води або фонового моніторингу програм [33].

2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

«Площа водосховища становить 410 км², обсяг - 3,3 км³. Його довжина складає 129 км, максимальна ширина досягає 3,5 км, а середня глибина - 8 м (максимальна - 53 м) [7].

Правий берег цієї частини водоймища високий і місцями крутий, тоді як лівий більш низовинний. Грунти дна в основному складаються з чорноземів і мулу, лише на колишньому руслі Дніпра можна знайти піщані ґрунти. Чітка течія протікає практично по всій ділянці. Нижче м. Дніпро розташована глибоководна частина водоймища, яка охоплює колишню порожню ділянку Дніпра з дев'ятьма порогами та понад 30 підводними кам'яними грядками. Наразі берегова лінія цієї ділянки має багато вузьких та глибоких заток, що утворилися внаслідок затоплення балок, ярів та долин малих річок. Дно покрите піском та камінням, місцями вкрите шаром мулу. Течія зменшується ближче до греблі» [8].

«Мілководні ділянки водосховища схильні до більш швидкого прогрівання та охолодження, на відміну від глибоких плес, де чітко спостерігається температурна стратифікація. Завдяки регулюючому впливу вищерозташованих водосховищ рівень води утримується на відносно сталому рівні. Вітрові хвилі, хоча й не надто виражені, можуть сягати 2 метрів» [8].

Фауна Дніпровського водосховища формувалась протягом тривалого періоду, пройшовши кілька етапів:

Руйнування річкових ценозів та змішування фауни вихідних водойм.

"Мотилевий" ценоз: тимчасовий етап, що характеризувався масовим розмноженням мотіля.

Відмирання тимчасових форм та формування донних ценозів.

Рослинність переважно зосереджена у верхній мілководній частині водосховища. У глибинних ділянках вона зустрічається лише у вершинах заток, захищених від хвилювання [10].

«Протягом усього періоду існування водосховища було спостережено найвищу кількість фітофільних риб, які відкладають ікру на лугову та водяну рослинність (лящ, сазан, синець, плотва, густера, краснопірка, лин, золотий карась, щука та інші). Чехоні, які відкладають ікру батипелагічно, також мали сприятливі умови для розвитку у перші роки заповнення водоймища. Це створило сприятливі умови для нересту цих видів риб, а також для розвитку та виживання їхнього потомства. Перші заповнені водою ділянки, покриті луговою рослинністю, виявилися ідеальним середовищем для відкладення та розвитку ікри. На свіжозалитих теренах зберігалася хороша проточність, і кормова база (зоопланктон і зообентос) добре розвивалася. Мало було хижаків, які могли б поїсти ікру та молодь риб. Численні покоління риб, зокрема ляща, сазана, синця, чехоні і щуки, народжені в таких умовах, забезпечували високі улови протягом кількох років.

Проте умови для розмноження риб у водосховищі погіршилися в наступні роки через скорочення площі нерестовищ і значні добові коливання рівня води в період нересту, що спричинило зниження врожайності молоді та уловів більшості цінних видів риб. У зв'язку з цим штучно було введено у водосховище три нові види риб: білий товстолоб, строкатий товстолоб та білий амур, з метою підвищення їхньої рибопродуктивності» [11-12].

2.1 Гідрохімічний режим Дніпровського водосховища

Водосховище піддається постійному впливу неочищених або недостатньо очищених стічних вод, які потрапляють в акваторію з промисловими скидами. Особливо напруженою за рівнем техногенного навантаження є верхня ділянка водосховища та притоки, які в нього впадають: сюди щорічно скидають близько 572 млн. м³ стічних вод виробництв металургійної промисловості, 40 млн.м³ – виробництв хімічної та близько 80 млн. м³ – вугільної промисловості [24, 29].

Сюди ж надходить близько 300 млн. м³ міських стічних вод, у тому числі стоки без очищення або недостатньо очищені складають в сумі для Кам'янського 31,37 тис. м³/рік, для Дніпра – 160 тис. м³/рік. Зі стоками у водойму потрапляють різні речовини, які еволюційно не властиві для біогеоценозів і тому можуть викликати структурну деградацію біоценозів в місцях їх скидання [30, 31].

Найбільшою мірою Дніпровське водосховище забруднюється у своїй верхній частині за рахунок неочищених або недостатньо очищених скидних вод таких великих промислових міст, як Кам'янське і Дніпро [10, 11].

Основними забруднюючими сполуками є легкоокислювані органічні речовини, амонійний азот, нітрити, нітрати та фосфати. Зміна їх вмісту у воді викликана впливом антропогенних і природних факторів [1, 8].

Зміни мінералізації води р. Дніпро за сезонами року до його зарегулювання знаходилися у зворотній залежності від витрат її. Мінімум спостерігався відразу за проходженням піку наводку. Мінералізація води коливалася в межах 144–376 мг/л (у середньому 248 мг/л), збільшувалася в зимовий період [9]. У період 1929–1934 рр. більшість солей має мінімальні значення концентрації під час наводку і максимальні значення в зимовий період, коли рівень води знижується.

Перші спостереження кисневого режиму були розпочаті ще у 1929 р. і вказали на те, що у воді незалежно від інтенсивної аерації на порогах, кількість розчиненого кисню залишається нижче теоретично можливого, що вказує на

активне його споживання під час мінералізації органічних речовин.

Вміст амонійного азоту у воді водосховища у 1944–1946 рр. був незначний [10], але інколи спостерігається підвищений вміст азотвмісних сполук у перші роки формування водосховища за рахунок вилуговування їх з ґрунту та розкладання рослинного. У 1951–1952 рр. кількість амонійного азоту у деяких пунктах була високою, що, ймовірно, пов'язано з кількістю промислових стоків, які потрапляли до водосховища. Кількість біогенних елементів найбільшої величини досягає влітку, коли відбуваються найбільш інтенсивні процеси мінералізації органічних речовин.

У 1944–1945 рр. нітрати були відсутні, а у 1946 р вони вже з'являються у воді, що вказує на процеси самоочищення, які активно розпочалися [10].

Мінімальні значення перманганатної окислюваності спостерігалися взимку. Влітку величина перманганатної окислюваності зростає за рахунок інтенсивного розвитку планктону й активізації біохімічних процесів мінералізації органічних речовин [8].

Для води р. Дніпро біля м. Дніпропетровська в період 1929–1934 рр. характерні високі значення перманганатної окислюваності при відсутності інших показників забруднення. Це явище Л. М. Горовиц-Власова пояснює впливом рослинних організмів, які виділяють у воду легкоруйнуючі органічні речовини [9, 32].

3 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Відбір проб води

Відбір проб – важлива складова дослідження води. У процедурі кожен етап має значення: вибір місця, обладнання, підготовка ємностей, методика відбору, правильність зберігання та транспортування. Помилки, допущені у процесі пробовідбору, призводять до викривлення результатів аналізу [13].

Хімічний склад води – складний комплекс мінеральних та органічних речовин, присутніх у ній у різних формах молекулярного та колоїдного стану. Він визначає її жорсткість, лужність, окислюваність, агресивність, запах та смак. Відбір проб води на хімічний аналіз проводиться трьома способами [14].

- одномоментним наповненням ємності у вибраному місці водного джерела;
- змішуванням проб, отриманих в одному місці водойми через певний проміжок часу;
- змішуванням проб, відібраних одночасно у різних місцях досліджуваного водного джерела.

Для пробовідбору використовують посуд, що щільно закривається, з безбарвного, хімічно інертного матеріалу. Місткість ретельно миють і кілька разів обполіскують досліджуваною водою. При відборі тару заповнюють доверху, щільно закупорюють, маркують і становлять акт. Отриманий зразок слід зберігати та транспортувати в умовах, що виключають вплив сонячного світла та високих температур.

Більшість хімічних показників має бути досліджено протягом 24 годин із моменту відбору проби. При цьому в залежності від досліджуваних показників, наявності консервації та умов транспортування дослідження може бути проведене в межах від кількох годин до кількох днів [15].

3.2 Визначення температури води

Температуру води визначають ртутним термометром, який відкалібрований та має шкалу поділок від 0,1 до 0,5°C [16].

Якщо температуру зразка можна виміряти одразу, занурюють термометр у воду, подалі від прямих сонячних променів. Якщо неможливо виміряти температуру зразка безпосередньо у воді, її вимірюють у пляшці відразу після відбору. Температура пляшки повинна бути такою ж, як і температура води.

3.3 Визначення каламутності води.

Каламутність вимірюється турбидиметричним або нефелометричним методом, а поглинання або розсіювання світла зразка порівнюється зі стандартною суспензією SiO₂, відповідно. Каламутність слід вимірювати в день відбору проб, але не пізніше, ніж через добу після відбору. Зразки зберігають у темряві і, за необхідності, додають 1-2 см³ хлороформу на 1 дм³ води для пригнічення біохімічних процесів.

Для турбидиметричного визначання переносять добре збовтану пробу води в кювету, з відповідною товщиною поглинального шару, і одразу вимірюють

оптичну густину на фотоелектричному колориметру із червоним світлофільтром. Якщо оптична густина поступово зменшується, слід записати максимальне значення.

3.4 Визначення забарвленості води

Забарвленість води можна проводити трьома методами:

- метод порівняння зі стандартними розчинами
- метод колориметричного титрування
- фотометричний метод

Принцип першого методу полягає в тому, що інтенсивність забарвлення води візуально порівнюють із забарвленням стандартних розчинів суміші хлороплатинату калію та хлористого кобальту або імітаційних стандартних розчинів суміші дихромовокислового та сірчанокислового кобальту. Забарвлення, яке відповідає кольору розчину, що містить 1 мг платини в 1 дм³, дорівнює одному градусу колірності [20].

За другим методом додають стандартний розчин барвника до дистильованої води, поки інтенсивність забарвлення розчину не зрівняється з інтенсивністю забарвлення досліджуваного зразка води.

Фотометричні методи аналізу відносяться до оптичних методів і ґрунтуються на вимірюванні інтенсивності світлового потоку, що пройшов через речовину або її розчин.

3.5 Визначення електропровідності води

«Найпоширенішим методом вимірювання електропровідності розчинів є метод змінного струму. Цей метод використовує електрод з великою площею поверхні, який часто називають "платиною черню". Завдяки цій характеристиці електрод поляризується меншою мірою, що веде до зменшення похибок вимірювання. Однак, якщо досліджувана вода містить значну кількість поверхнево-активних речовин (жири, смоли, масла), рекомендується використовувати електрод з гладкою, блискучою поверхнею» [21].

«Розчини електролітів, як і всі провідники, характеризуються певним опором R . Одиницею опору є Ом. Опір розчину прямо пропорційний відстані між електродами l і обернено пропорційний до площини електродів S , які занурені в розчин:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}. \quad (3.1)$$

Коефіцієнт пропорційності ρ називається питомим опором. Якщо $l=1$ см і $S=1$ см², то $\rho=R$. Таким чином, питомий опір дорівнює опору стовпчика розчину довжиною 1 см і перерізом 1 см², тобто опору 1 см³ розчину.

Питома електропровідність α є величиною, оберненою до питомого опору:

$$\alpha = \frac{1}{\rho}. \quad (3.2)$$

Одиниця виміру питомої електропровідності – сименс на 1 см (См/см, або Ом/см⁻¹)» [22].

«З рівнянь (3.1) та (3.2) отримуємо рівняння, за яким обчислюють питому електропровідність:

$$\alpha = \frac{\ell}{S} \cdot \frac{1}{R}. \quad (3.3)$$

Для визначення питомої електропровідності розчину, крім вимірювання його опору R , потрібно знати величину $\frac{\ell}{S}$, обчислюють за рівнянням:

$$\alpha = \frac{K}{R}, \quad (3.4)$$

де K – константа електролітичної комірки, котру визначають експериментально, як вказано далі».

3.6 Визначення розчиненого кисню

«Концентрацію розчиненого кисню виражають у $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ або в відсотках насичення, яке обчислюють за рівнянням 3.5» [23]:

$$\ll O_2 \% = \frac{C_x \cdot 100 \cdot 760}{C_0 \cdot p}, \quad (3.5)$$

де C_x - концентрація кисню, визначена експериментально, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$;

C_0 - нормальна концентрація при даній температурі, яку визначають з табл. 4.7, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$;

p - атмосферний тиск у момент аналізу, мм.рт.ст.

Для визначення кисню в природних водах запропоновано багато методів, які ґрунтуються на різних принципах. Для систематичного контролю за вмістом кисню в поверхневих водах суші рекомендуються об'ємний йодометричний (за Вінклером) та електрохімічний методи» [24].

«Йодометричний метод визначення кисню складається з двох кроків: фіксації розчиненого кисню, яку виконують негайно після збору проби води, і титрування, яке можна провести через певний час після фіксації, але не пізніше ніж за добу. Цей метод застосовують при аналізі безбарвних або слабозабарвлених вод, в яких вміст кисню не менше 0,05 мг O₂/дм³» [24].

Для електрохімічного визначення розчиненого у воді кисню використовують спеціальні датчики, які дозволяють проводити вимірювання в незабарвлених та забарвлених водах. Робота електрохімічних датчиків ґрунтується на вимірюванні струму відновлення кисню, який дифундує до срібного індикаторного електрода (катода) через напівпроникну мембрану. Сила дифузного струму, який виникає внаслідок відновлення кисню на катоді, пропорційна до його концентрації на межі поділу “розчин - мембрана”.

3.7 Визначення вуглецю органічних сполук

Для визначення вмісту органічного вуглецю використовуються титриметричний метод

Титриметричний аналіз – метод кількісного хімічного аналізу, який базується на вимірі точного об'єму розчину з точно відомою концентрацією (титрант), витраченого на взаємодію з речовиною, що визначається.

Вміст вуглецю органічних сполук $C_{орг}$ у мг $C/дм^3$ обчислюють за рівнянням:

$$C_{орг} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot C \cdot M \cdot 1000}{V}, \quad (3.7)$$

«де V_1 – об'єм розчину HCl , витрачений на титрування “холостого” дослід, $см^3$;

V_2 – об'єм розчину HCl , витрачений на титрування проби, $см^3$;

C – концентрація розчину HCl , моль/ $дм^3$;

V – об'єм проби, $см^3$;

M – молярна маса еквівалента вуглецю $M(\frac{1}{2}O) = 6,0056$ в реакції взаємодії CO_2 з $Ba(OH)_2$.» [24].

3.8 Визначення біохімічного споживання кисню

Для визначення БСК досліджується концентрація розчиненого кисню у воді. Спочатку вимірюється концентрація кисню у свіжій пробі, а потім – після її інкубації протягом певного часу (зазвичай 5 діб, БСК5). Різниця між цими двома значеннями, виражена в мг $O_2/дм^3$, і дає величину БСК.

Розведення проби:

Якщо очікується, що БСК проби буде вище 6 мг $O_2/дм^3$, то її розбавляють спеціальним розчином (див. таблицю 3.3) [29].

Таблиця 3.3 - Рекомендоване розбавлення проб води при визначенні БСК.

Діапазон БСК, мг O ₂ /дм ³	Об'єм проби води P у 1 дм ³ суміші, см ³
0-6	1000 (нерозбавлена)
4-12	500
10-30	200
20-60	100
40-120	50
100-300	20
200-600	10

Якщо після інкубації вміст кисню виявиться меншим, що вказує на високе значення БСК проби, то її перед інкубацією розбавляють *спеціальним розчином* як указано у табл. 3.3.

Величину БСК₅ у мг O₂/дм³ обчислюють за рівнянням:

$$БСК_5 = \frac{\left[C_0 - C_5 - O_2 \left(\frac{1000 - P}{1000} \right) \right] \cdot 1000}{P},$$

де C_0 та C_5 – відповідна концентрація розчиненого кисню одразу після відбору проби та через 5 діб інкубації, мг O₂/дм³;

O_2 – БПК₅ розбавленої проби, мг O₂/дм³;

P – об'єм досліджуваної проби води у 1дм³ її суміші з *спеціальним розчином* для розбавлення, см³

3.9 Визначення хімічного споживання кисню

«У круглодонну колбу зі шліфом об'ємом 250 см³ вносять пробу об'ємом 20 см³ (або менше, доведений до 20 см³ бідистильованою водою). Додають 10 см³ розчину дихромату калію з концентрацією 0,025 моль-екв/дм³, 100 мг HgSO₄ на кожні 10 мг хлоридів, чия концентрація менше 1 г/дм³*, обережно приливають 30 см³ розчину сірчаноокислого срібла в концентрованій сірчаній кислоті і кладуть декілька кипілок для забезпечення рівномірності кипіння. Приєднують до колби зворотний холодильник і суміш кип'ятять упродовж 2 годин. Після охолодження знімають холодильник і промивають його стінки 25 см³ бідистилляту. Вміст колби, обмиваючи її стінки 100 см³ бідистилляту, переливають у конічну колбу об'ємом 750 см³ і знову охолоджують. Потім додають 15 крапель індикатору N-фенілантранілової кислоти і надлишок дихромату титрують 0,025 моль-екв/дм³ розчином солі Мора до зміни забарвлення розчину від фіолетового до синьо-зеленого, перемішуючи суміш енергійним збовтуванням.

Одночасно проводять “холостий” дослід з бідистильованою водою. Величину ХСК у мг О/дм³ обчислюють за рівнянням:

$$ХСК = \frac{(V_1 - V_2) \cdot C \cdot 1000}{V} - C_e, \quad (4.8)$$

де V_1 та V_2 – відповідно об'єми розчину солі Мора, витрачені на титрування “холостого” дослід і проби, см³;

C – концентрація солі Мора, моль-екв/дм³;

V – об'єм проби, см³;

8 – молярна маса еквівалента кисню;

C_e – вміст неорганічних відновників, мг О/дм³.

За величиною ХСК можна приблизно розрахувати вміст органічного вуглецю (мг С/дм^3), використовуючи коефіцієнт 0,375, який дорівнює відношенню атомної маси вуглецю (12) до атомної маси молекули кисню (32):

$$C_{\text{орг}} \approx 0,375 \cdot \text{ХСК} \gg [31].$$

3.10 Визначення ароматичних вуглеводнів

Для визначення ароматичних вуглеводнів у поверхневих водах використовується фотометричний метод.

Метод ґрунтується на утворенні коричневих продуктів невизначеного складу при взаємодії ароматичних вуглеводнів з сумішшю формальдегіду і сірчаної кислоти. Цим методом визначають сумарний вміст усіх ароматичних вуглеводнів (у розрахунку на бензол) або вміст певного вуглеводню, якщо у воді наявний тільки один вуглеводень, як це часто буває.[31]

Нижня межа визначення дорівнює $0,25 \text{ мг/дм}^3$ при об'ємі проби 100 см^3 .

Визначенню заважають леткі (з паром) феноли, такі як фенол та крезоли. Якщо вони наявні в досліджуваній воді, то ароматичні вуглеводні попередньо відганяють з лужного середовища і визначають у відгоні. Із нелетких фенолів не заважає під час аналізу гідрохінон, а також пірокатехін, який утворює в умовах аналізу дуже слабкозabarвлені продукти, якими можна нехтувати.

Сумарний вміст ароматичних вуглеводів C_x у мг/дм^3 в розрахунку на бензол обчислюють за рівнянням:

$$C_x = \frac{C \cdot 100}{V}, \quad (3.9)$$

де C – концентрація бензолу, визначена за градуювальним графіком, мг/дм³;

V – об'єм проби, см³;

100 – об'єм розчинів, відібраних для отримання градуювального графіка, см³.

3.11 Визначення нітратів

Якщо нітрати не визначаються в день відбору проби, її необхідно законсервувати. Для цього додають 1 см³ концентрованої сірчаної кислоти або 2-4 см³ хлороформу на 1 дм³ води.

Хлориди заважають аналізу, якщо їх вміст у пробі води перевищує 10 мг. Цей вплив можна усунути двома способами:

Розбавленням досліджуваної води.

Видаленням хлоридів.

Видалення хлоридів

Для видалення хлоридів до 100 см³ проби додають еквівалентну кількість розчину сірчаноокислого срібла. 1 см³ цього розчину відповідає 1 мг Cl⁻. Осад AgCl відфільтровують або відділяють центрифугуванням. При остаточних розрахунках враховують розведення проби води розчином сірчаноокислого срібла.

Вплив забарвлених органічних сполук

Забарвлені органічні сполуки також можуть заважати аналізу. Для їх видалення до проби води об'ємом 300-350 см³ додають 25-30 мг оксиду алюмінію. Пробу енергійно струшують, залишають відстоятись і фільтрують через паперовий фільтр (біла або червона стрічка).

4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Аналіз якості води за гідрофізичними і загальними гідрохімічними показниками

Показники якості води за гідрофізичними та загальними гідрохімічними показниками наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Показники якості води за гідрофізичними та загальними гідрохімічними показниками

Показники	31.07- 13.08	14.08- 27.08	28.08- 10.09	11.09- 24.09	25.09- 08.10	09.10- 22.10	20.11.- 03.12
1	2	3	4	5	6	7	8
Температура (сер.знач.)	24,4 - 27 25,7	24,9 – 27,2 26,1	21,9 – 26,3 24,1	20,8 – 23,1 22	16,9 – 22 19,5	16,8 – 12,6 14,7	4,2 – 8,5 6,6
Забарвленість (сер.знач.)	3-5 4	2 - 5 3,5	3 - 5 4	3 - 4 3,5	2 - 4 3	1-3 2	1-2 1,5
Електро- провідність (сер.знач.)	304-313 309	297 - 308 303	296 - 314 305	299 - 316 308	304 - 323 314	315 - 335 325	354 – 373 364
Зважені речовини (сер.знач.)	9,1-20,8 15	10,4 - 26 18,2	9,9 – 41,9 25,9	10,1–23,2 16,7	10,2–37,9 24,1	9,6 – 21,8 15,7	7,5 – 15,1 11,3
Каламутність (сер.знач.)	65,1-82,3 73,7	66,9- 89,8 78,4	66,4- 115 90,7	66,7–85,5 76,1	66,8–109 87,9	66,0–83,7 74,9	63,2–74,3 68,8
Розчинений Кисень, мг/л (сер.знач.)	0,5-5,5 3	3,2 - 9 6,1	6,1 -12,7 9,4	7,7 - 14,5 11,1	8,2 - 13,9 11,1	10,3–12,3 11,3	13,4–17,8 15,6

1	2	3	4	5	6	7	8
Азот нітратний, мг/л (сер.знач.)	0,6-1,2	0,5 - 1,4	0,4 - 0,9	0,4 - 0,9	0,3 - 0,7	0,3 - 0,8	0,6 – 0,9
	0,9	1	1,3	1,3	0,5	0,6	0,8
Нітрати, мг/л (сер.знач.)	2,2-4,8	1,6 - 5,4	1,3 - 3,2	1,1 - 3,6	0,8 – 2,5	0,9 – 2,7	1,9 – 3,3
	3,5	3,5	2,3	2,4	1,7	1,8	2,6

4.1.1 Гідрофізичні показники (температура, забарвленість, електропровідність).

Оскільки розчинність речовин, особливо газів, залежить від температури води, невід'ємною частиною хімічного аналізу є вимірювання температури води під час відбору проб.

Вимірювання температури води показали, що вона коливалась протягом періоду досліджень від 4,2°C до 27,2°C, а середня температура складає 19,8°C. Максимальна температура спостерігалась 27.08.2023, а найменша – 03.12.2023 (рис.4.1)

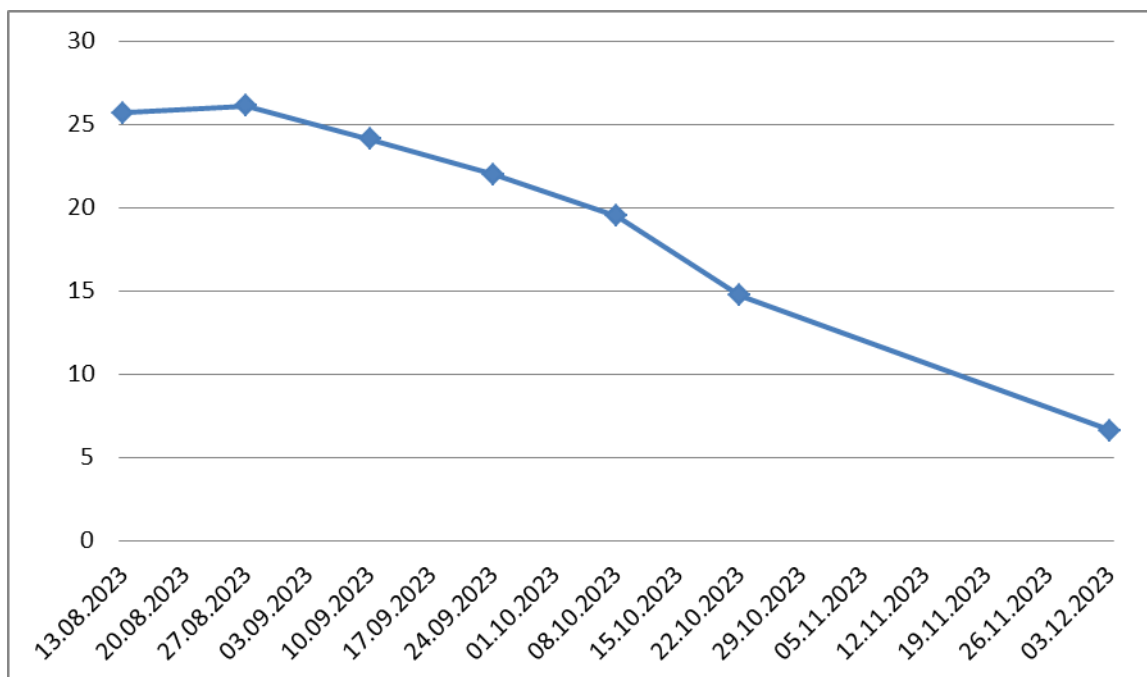


Рисунок 4.1 - Динаміка показників температури води Дніпровського водосховища

Забарвленість поверхневих вод суші зумовлена переважно наявністю забарвлених гумусових речовин і сполук заліза (III). У багатьох випадках кольоровість води також зумовлена присутністю мікроорганізмів, частинок мулу, колоїдних сульфідів металів та інших речовин, які не розчиняються. Забарвленість вимірюють у відфільтрованій або від центрифугованій воді. Зразки води не зберігаються, а кольоровість слід вимірювати протягом 2-3 годин після відбору проб.

За результатами вимірювання забарвленості води, можна зробити висновок, що її значення варіювали в межах від 1,5 до 4, причому найменший показник спостерігався взимку, а найбільший 13.08.2023 та 10.09.2023.(рис.4.2)

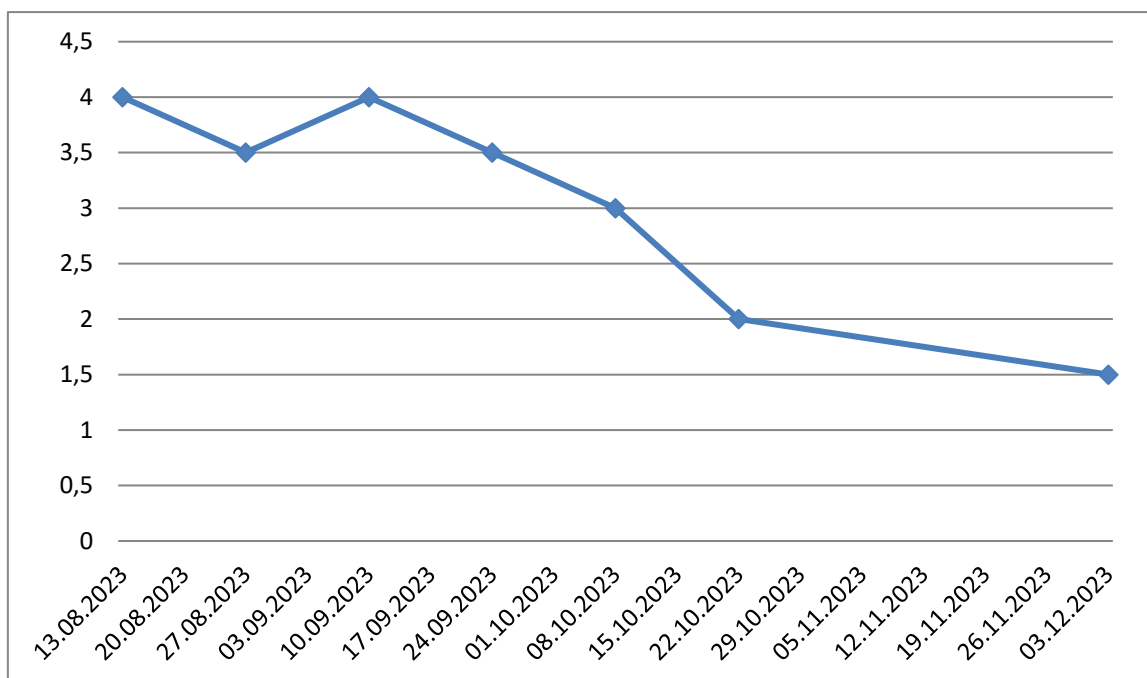


Рисунок 4.2 - Динаміка показників забарвленості води Дніпровського водосховища

Електропровідність води – це кількісна характеристика цієї її властивості, яка визначається наявністю заряджених частинок – позитивних та негативних іонів. До останніх відносяться хімічні елементи, що входять до складу наступних органічних та неорганічних сполук: луги, солі лужноземельних та інших металів, насамперед хлориди та сульфідів (сульфати), карбонати.

Протягом періоду відбору проб спостерігались такі значення показника електропровідності – від 296 до 373. Мінімальний показник спостерігався 10.09.2023, максимальний – 03.12.2023, а середнє значення показника – 318 (рис. 4.3)

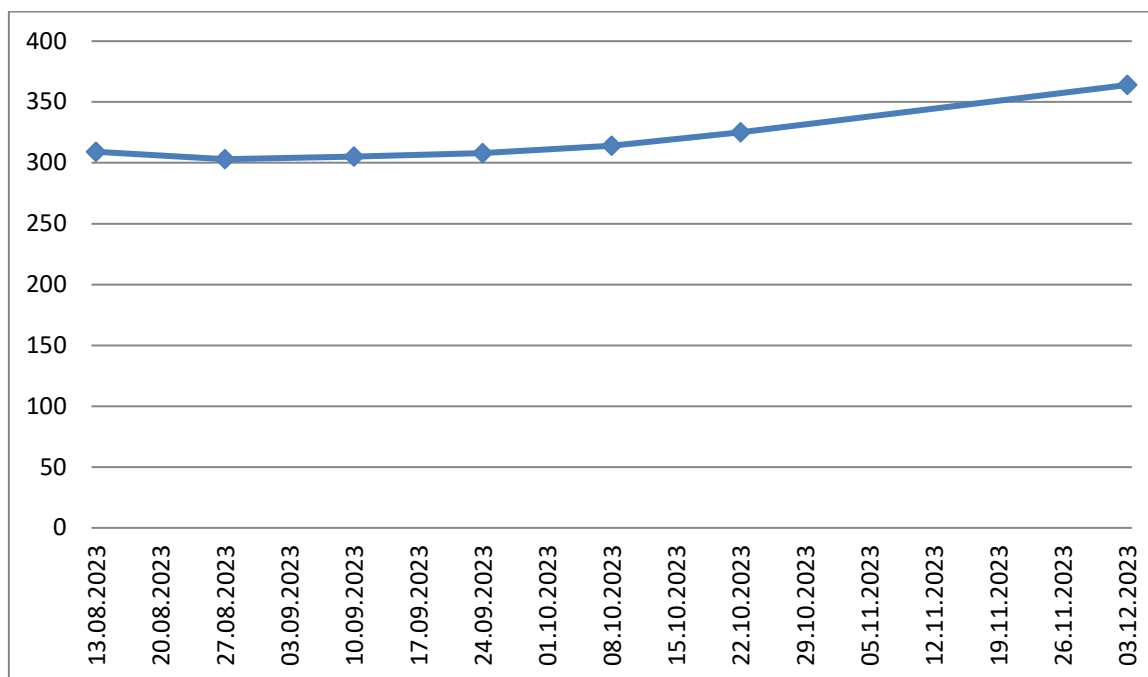


Рисунок 4.3 - Динаміка показників електропровідності води Дніпровського водосховища

4.1.2 Загальні гідрохімічні показники (зважені речовини, каламутність)

Зважені речовини – це безліч різних частинок, які можуть бути присутніми у воді і повітрі. До таких речовин можна віднести різні органічні і неорганічні з'єднання. Це можуть бути частинки пилу, глини, залишки рослин, всілякі мікроорганізми, найчастіше це різні грубодисперсні домішки.

Показники зважених речовин варіюють за період дослідження в таких значеннях – від 11,3 до 25,9. Максимальне значення спостерігалось 10.09.2023, мінімальне значення було 03.12.2023, а середнє значення по результатам вимірювання – 18,1 (рис. 4.4).

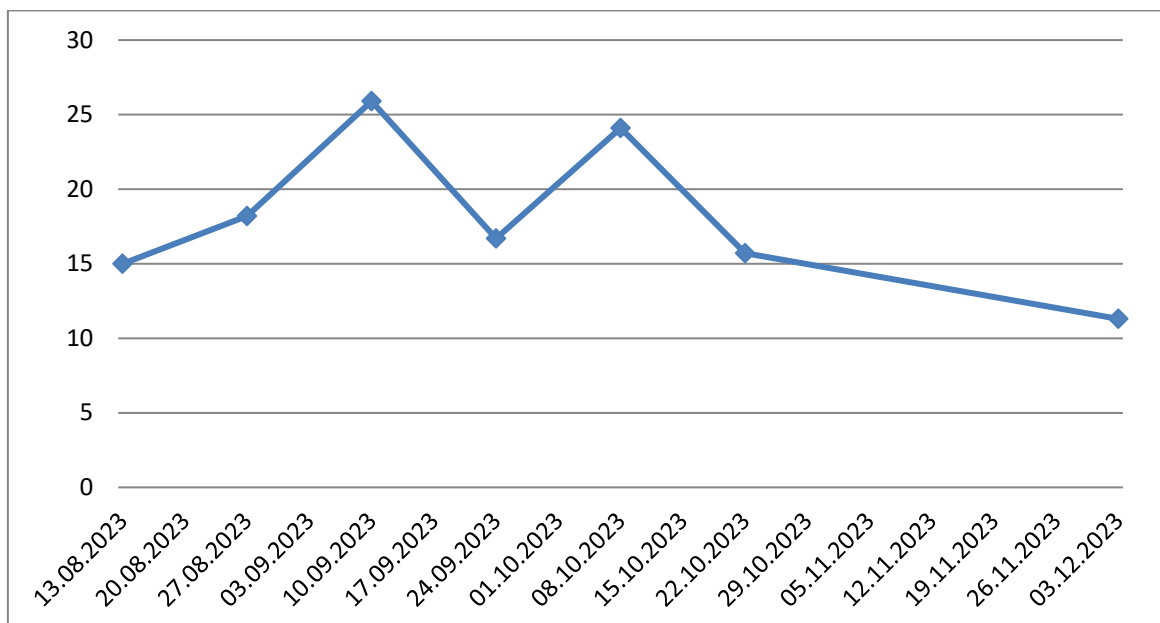


Рисунок 4.4 - Динаміка показників зважених речовин в воді Дніпровського водосховища.

Присутність в воджі колоїдних та дрібнодисперсних частинок органічного та неорганічного генезису обумовлюють її каламутність.

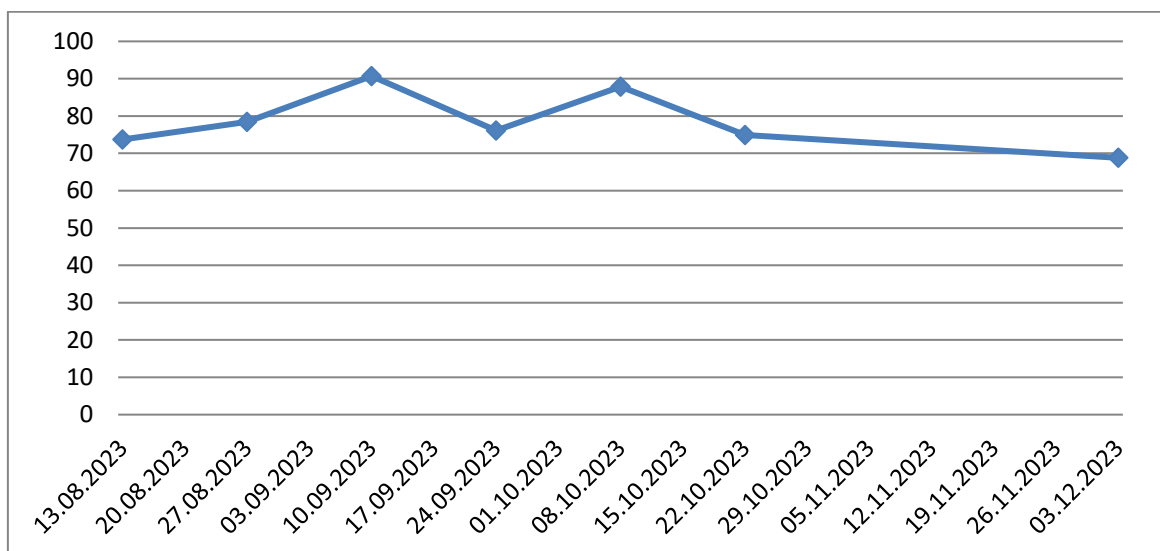


Рисунок 4.5 - Динаміка показників каламутності води Дніпровського водосховища.

У період з 13.08.2023 по 03.12.2023 спостіргались такі показники каламутності води: від 68,8- цей показник був помічений взимку (03.12.2023) до

90,7- це значення спостерігалось 10.09.2023. Середнє значення каламутності води за даний період складає 78,6.

4.1.3 Кисневий режим

За період стеження значення розчиненого кисню змінювались з 3 до 15,6 мг/л. Причому найменше значення спостерігалось влітку (13.08.2023), а ось найбільше значення було зафіксовано 03.12.2023 – 15,6 мг/л. Середнє значення дорівнює – 9,7 мг/л. (рис. 4.6)

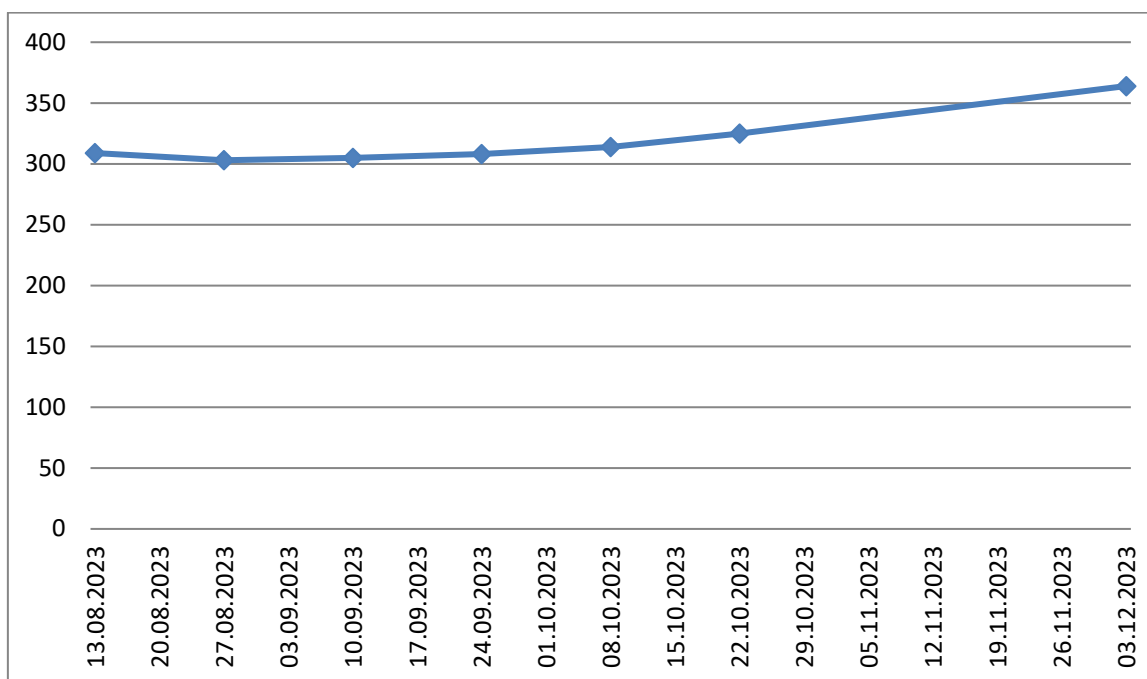


Рисунок 4.6 - Динаміка показників розчиненого кисню у воді Дніпровського водосховища

4.1.4 Біогенні елементи (сполуки азоту)

«Біогенні елементи – хімічні елементи, що є постійними складовими клітин живих організмів і відіграють у них певну фізіологічну та біохімічну роль».

Вміст біогенних елементів, а саме азоту нітратного, варіювався з 0,5 до 1,3 мг/л. Максимальний показник зафіксували 10.09.2023 та 24.09.2023, а мінімальну величину – 08.10.2023. З цього можна зробити висновок, що середній вміст біогенних речовин за цей період складає 0,9 мг/л. (рис. 4.7)

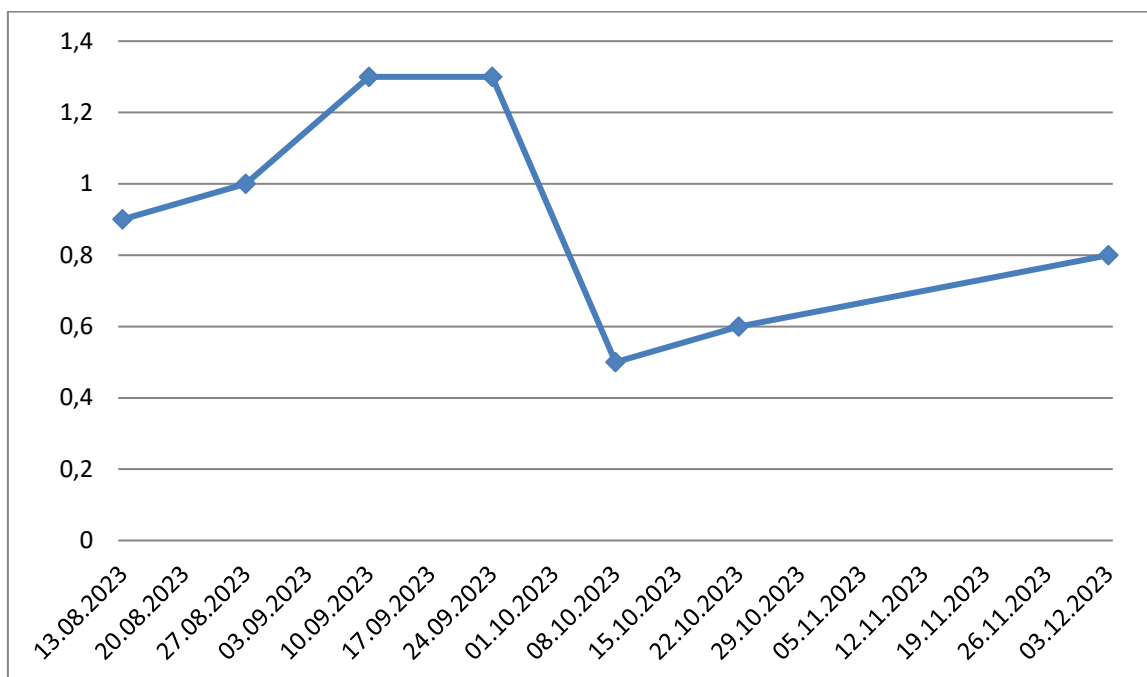


Рисунок 4.7 - Динаміка показників азоту нітратного у воді Дніпровського водосховища.

Нітрати – це солі азотної кислоти, які можуть токсично впливати на організм. Нітрати у воді, як правило, є результатом потрапляння в джерела водопостачання стоків промислових підприємств або добрив, що містять азот, з полів.

У дуже кислому середовищі при нагріванні нітрат-іони взаємодіють з саліцилатом натрію, утворюючи суміш 3- та 5-нітросаліцилової кислот. Аніони цих кислот у лужному середовищі забарвлені в яскраво-жовтий колір. Нижня межа визначення дорівнює $0,05 \text{ мгN/дм}^3$ при об'ємі проби 10 см^3 .

У дослідний період можемо побачити таку тенденцію, що показники спочатку повільно знижуються, а потім так само підвищуються. Максимальне

значення досягнуло 13.08.2023 та 27.08.2023 значення- 3,5 мг/л, а мінімальне спостерігалось 08.10.2023- 1,7 мг/л. Середнє значення було – 2,5 мг/л.

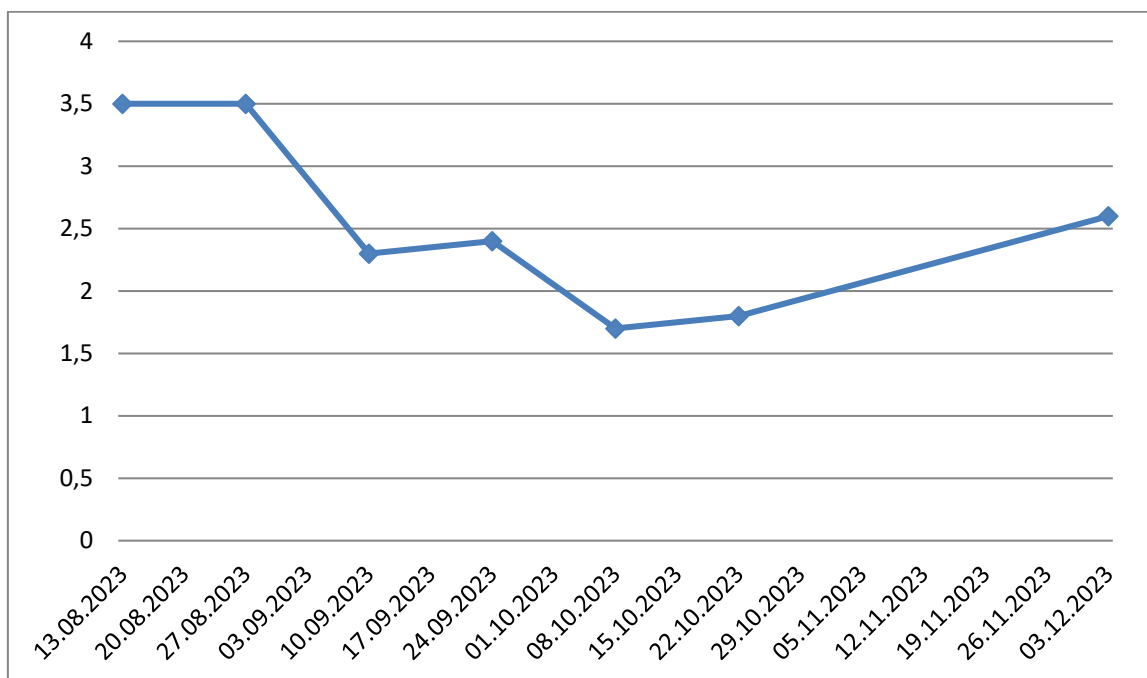


Рисунок 4.8 - Динаміка показників нітратів у воді Дніпровського водосховища.

4.2 Аналіз якості води за показниками вмісту органічних речовин

Показники якості води за показниками вмісту органічних речовин наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Показники вмісту органічних речовин

Показники	31.07- 13.08	14.08- 27.08	28.08- 10.09	11.09- 24.09	25.09- 08.10	09.10- 22.10	20.11.- 03.12
1	2	3	4	5	6	7	8
Загальний органічний вуглець, мг/л	19,5-22,1	20 - 23,6	19,4 - 26	19,3 – 2,9	19 – 24,3	18,8–21,9	17,8–19,8
(сер.знач.)	20,8	21,8	22,7	11,1	21,7	20,4	18,8

1	2	3	4	5	6	7	8
Розчинений органічний вуглець, мг/л (сер.знач.)	15,3-16,5	15,2 -16,1	15,2 -16,2	14,9 - 16	14,9–15,9	14,8–15,8	15,4–15,9
	15,9	15,7	15,7	15,5	15,4	15,3	10,7
Біохімічне споживання кисню, мгО ₂ /дм ³ (сер.знач.)	1,2-4,2	1,1 - 3,2	1 - 3,6	0,5 - 3	0,4 – 2,8	0,2 – 2,4	1,5 – 2,5
	2,7	2,2	2,3	1,8	1,6	1,3	2
Хімічне споживання кисню (COD), мгО ₂ /л (сер.знач.)	35,5-42,1	36,8- 46,1	35,3–52,4	34,9–44,3	34,4–48,1	33,8–41,7	31,2–36,3
	38,8	41,5	43,9	39,6	41,3	37,8	33,8
Хлорофіл а (Chl-a), мкг/м ³ (сер.знач.)	22,7-34,9	23,5-36,5	20,4-41,7	21,4-38,1	21,8-42,1	23,3–37,4	22,1–28,0
	28,8	30	31,1	29,8	32	30,4	25,1
Сума ароматичних вуглеводнів (ВТХ,) мг/л (сер.знач.)	0-3,2	0 - 7,6	0 – 11,3	0 – 4,7	0 – 3,7	0 – 5,6	0 – 2,7
	1,6	3,8	5,7	2,4	1,9	2,8	1,4

Найнадійнішою характеристикою загального вмісту органічних речовин у природних водах є вміст вуглецю в органічних сполуках. Загальний вміст органічних сполук вимірюється в нефільтрованій воді, тоді як вміст розчинених форм вимірюється після фільтрації зразка через мембранний фільтр з розміром пор 0,45мкм.

Показники загального органічного вуглецю за період дослідження коливаються від 11,1 мг/л до 22,7 мг/л. Мінімальне значення спостерігається 24.09.2023. Середнє значення органічного вуглецю дорівнює 19,6 мг/л. (рис. 4.9).

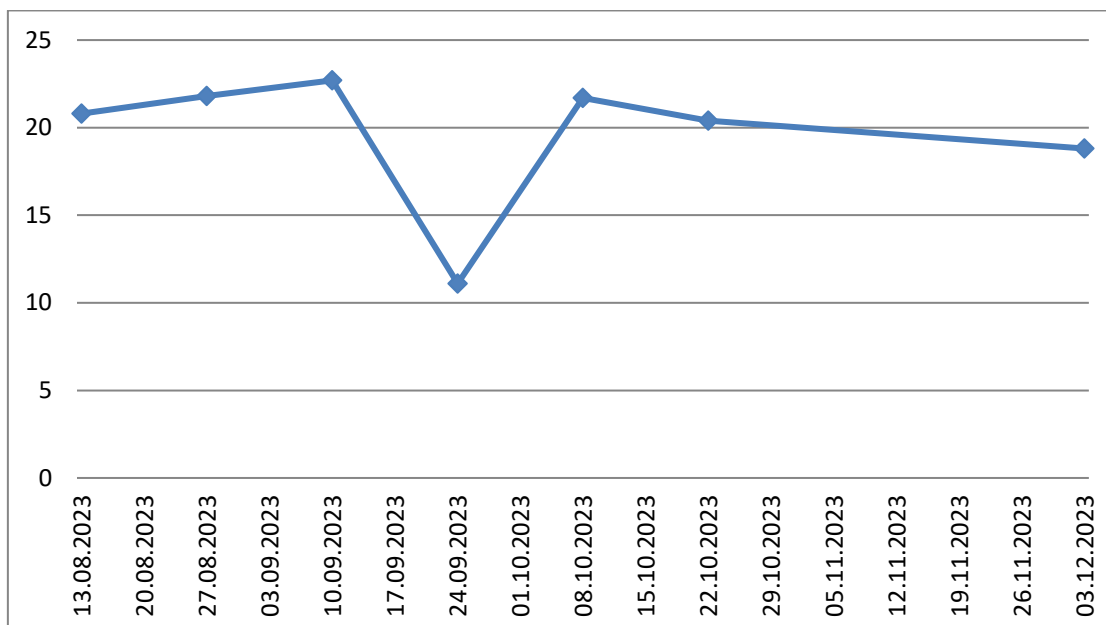


Рисунок 4.9 - Динаміка показника загального органічного вуглецю у воді Дніпровського водосховища.

За період спостереження показники розчиненого органічного вуглецю варіювали від 10,7 до 15,9 мг/л. Максимальне значення було зафіксовано 13.08.2023, мінімальне – взимку, 03.12.023, на рис.4.10 наглядно можна побачити, як ця концентрація відрізняється від інших показників. Середнє значення в свою чергу дорівнює- 14,9 мг/л.(рис.4.10)

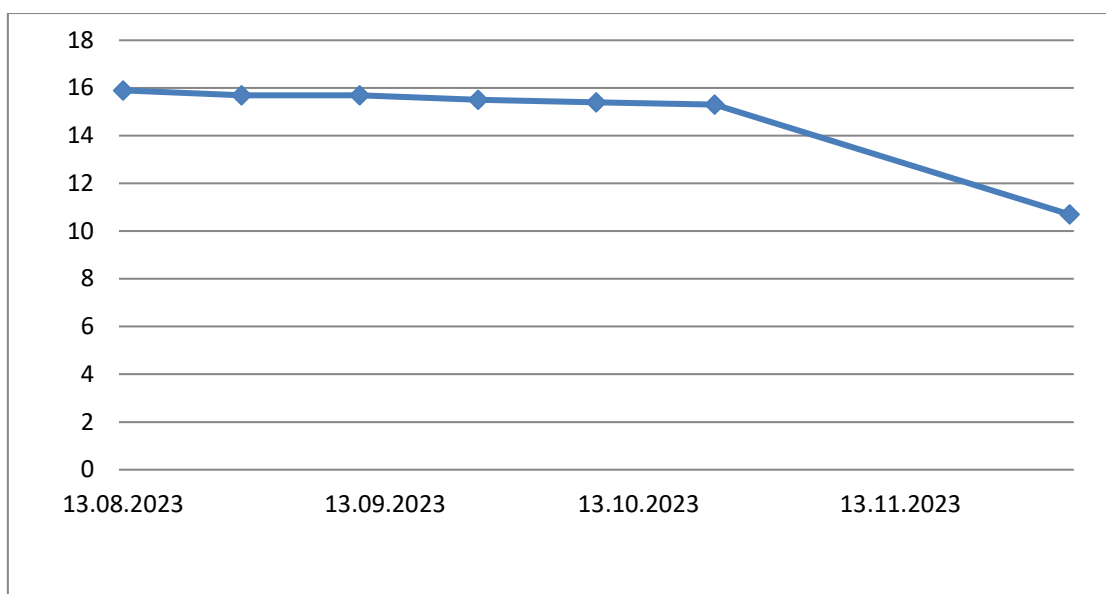


Рисунок 4.10 - Динаміка показника розчиненого органічного вуглецю у воді Дніпровського водосховища.

Біологічне споживання кисню (БСК) – це кількість кисню (в мг), необхідна для окислення води, що знаходяться в 1 дм³ води органічних речовин в аеробних умовах, за певний період (без доступу світла, при 20 °С) в результаті біохімічних процесів, що протікають у воді. БСК є загальноприйнятим, важливим і досить швидко визначальним показником для характеристики забруднення природних та стічних вод органічними сполуками.

За період дослідження максимальний показник спостерігався 13.08.2023, який дорівнює 2,7мгО₂/л, а мінімальний показник, який складає 1,3 мгО₂/л, спостерігався 22.10.2023. Середнє значення показників біологічного споживання кисню дорівнює 2 мгО₂/л.(рис.4.11)

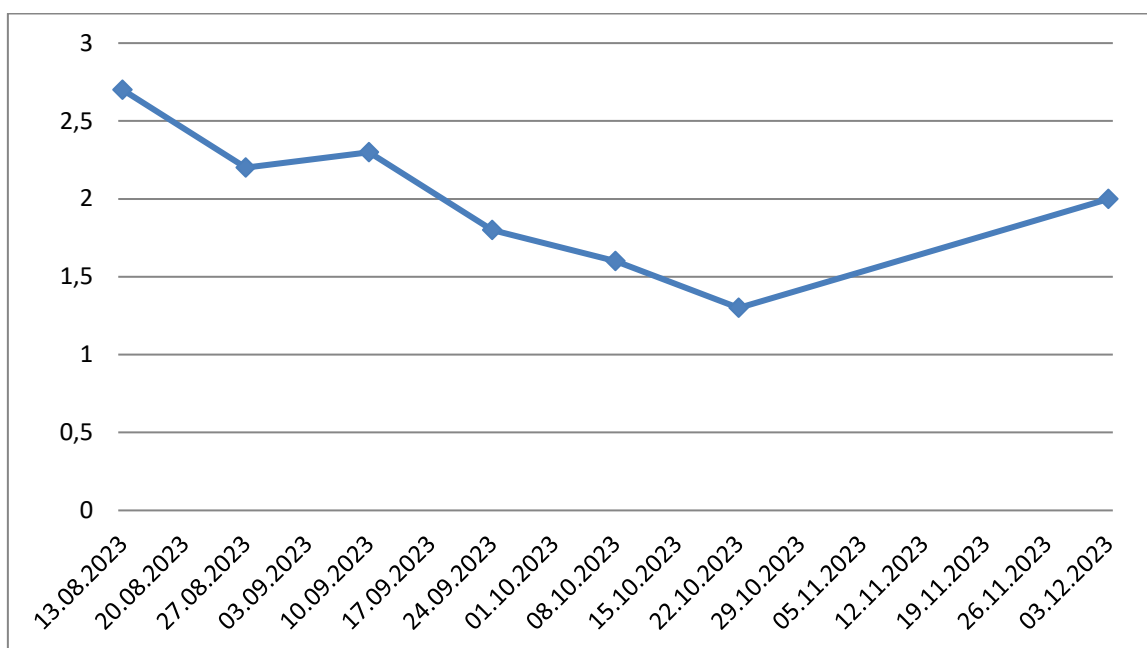


Рисунок 4.11 - Динаміка показника біохімічного споживання кисню у воді Дніпровського водосховища.

Хімічне споживання кисню – кількість кисню, що споживається при хімічному окисленні органічних і неорганічних речовин, що містяться у воді під дією різних окиснювачів.

Показники хімічного споживання кисню варіюють від 33,8 до 43,9 мгО₂/л. Найбільший показник спостерігався 10.09.2023, а найнижчий 03.12.2023. Середнє значення хімічного споживання кисня за період дослідження становить 39,5 мгО₂/л. (рис. 4.12)

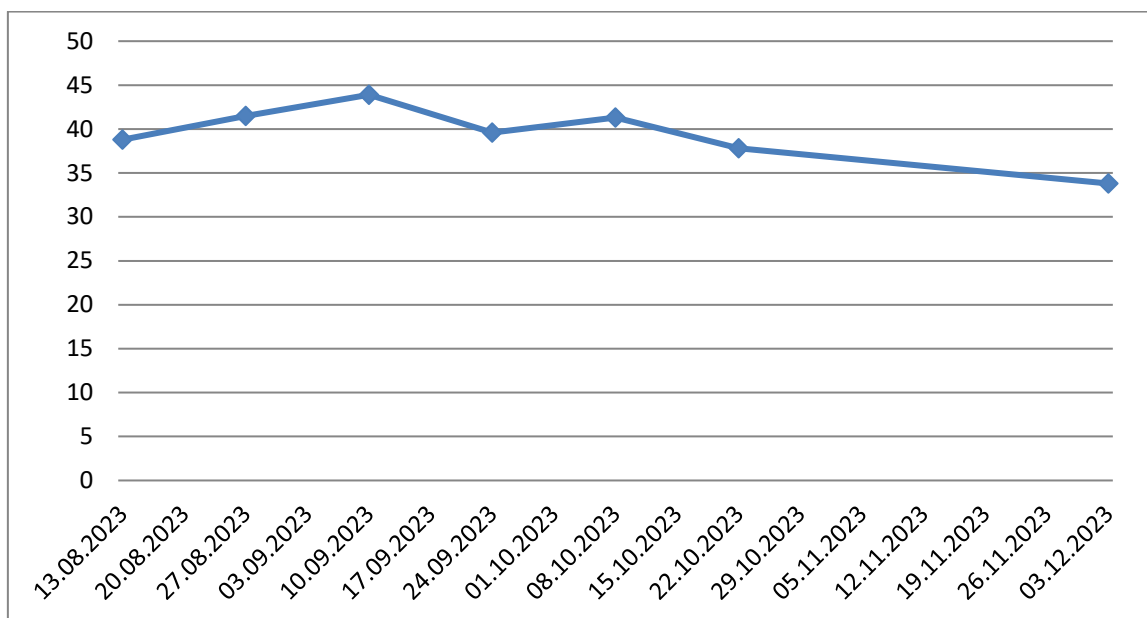


Рисунок 4.12 - Динаміка показника хімічного споживання кисню у воді Дніпровського водосховища.

За період дослідження показники хлорофілу набули таких значень: максимальна концентрація- 32 мкг/л, 08.10.2023, мінімальна- 25,1, 03.12.2023, а середнє значення показника дорівнює 29,6 мкг/л. (рис. 4.13)

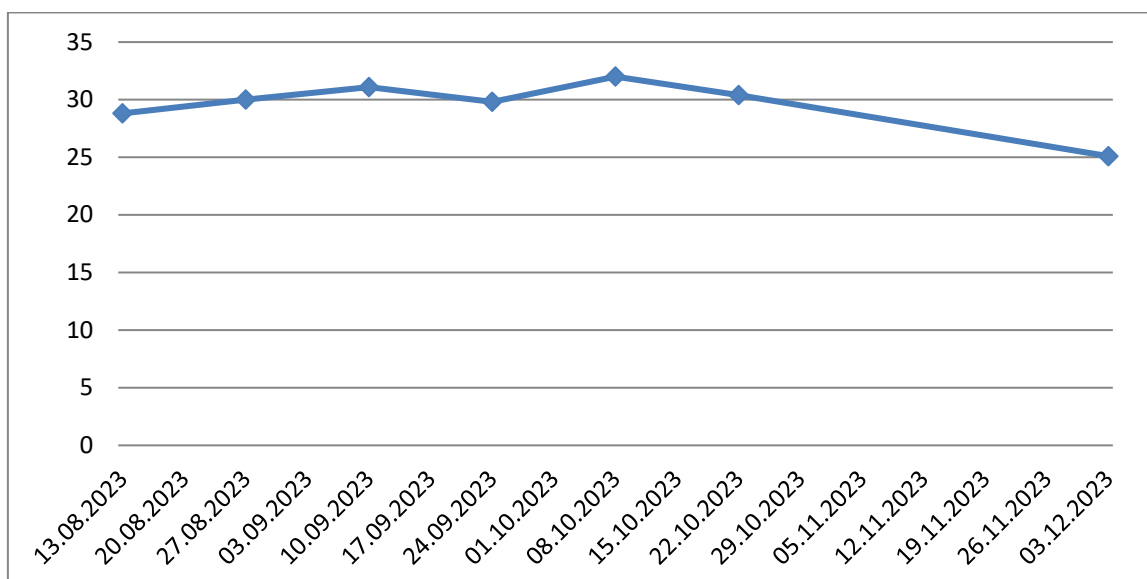


Рисунок 4.13 - Динаміка показника хлорофілу у воді Дніпровського водосховища.

Ароматичні вуглеводні - клас вуглеводнів, що містять бензолні ядра, які можуть бути конденсованими та мати насичені бічні ланцюги.

Ароматичні вуглеводні потрапляють у природні водойми зі стічними водами екзотермічного крекінгу палива, каталітичного розкладання нафти, виробництва пластмас, синтетичного каучуку та інших хімічних і фармацевтичних виробництв. Тому їх концентрація може значно відрізнятися в районах штучного забруднення водойм.

Аналізуючи показники суми ароматичних вуглеводнів робимо висновок, що максимальний показник спостерігався 10.09.2023 і становив 5,7 мг/л, а мінімальний показник спостерігався взимку, 03.12.2023, і він дорівнює 1,4 мг/л. Також визначили середній показник за весь період дослідження- 2,8 мг/л. (рис 4.14)

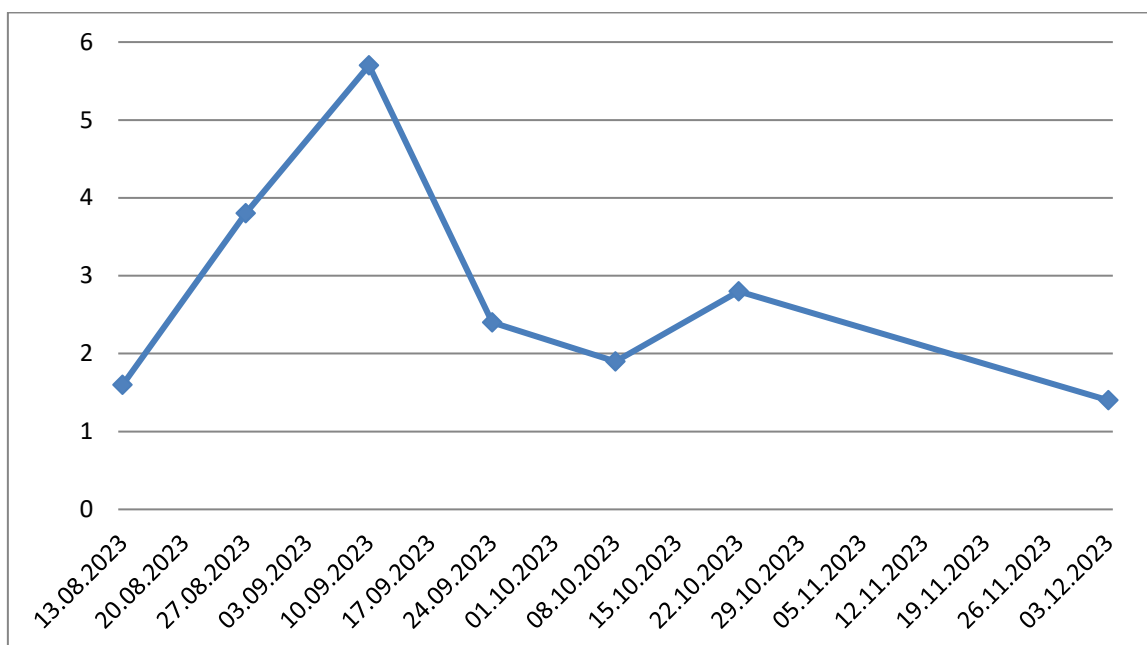


Рисунок 4.14 - Динаміка показника суми ароматичних вуглеводнів у воді Дніпровського водосховища.

4.3 Екологічна оцінка якості води за класами та категоріями.

У результаті досліджень екологічного стану та ступеню забруднення води у Дніпровському водосховищі протягом певного періоду були проаналізовані отримані середні показники за гідрофізичними і загальними гідрохімічними критеріями.

Використовуючи середні показники гідрохімічного режиму Дніпровського водосховища, визначили класи та категорії якості води за екологічною класифікацією згідно з відповідними методиками (табл. 4.3).

Вода Дніпровського водосховища за показником зважених речовин відноситься до II класу якості вод і 3 категорії, що характеризує цю воду, як «досить чиста» за класом та за якістю до «добра», за показником каламутності вода Дніпровського водосховища відноситься також до II класу, 3 категорії- «досить чиста» та «добра». За показником кисневого режиму вода

характеризується як «відмінна» та «дуже чиста», тому що за результатами відноситься до I класу 1 категорії. За показниками біогенних речовин (сполук азоту) вода належить до I класу, 1 категорії, що відносить її до «відмінна», «дуже чиста».

За показником біохімічного споживання кисню (БСК5) вода Дніпровського водосховища відноситься до II класу і 3 категорії якості вод, що характеризує цю воду, як «досить чиста» за класом та за якістю як «добра». За показниками вмісту загального органічного вуглецю та хімічного споживання кисню (ХСК) вода Дніпровського водосховища належить до III класу, 5 категорії – «задовільна» та «помірно забруднена». За показником сумарного вмісту ароматичних вуглеводнів вода характеризується як «погана» та «брудна», тому що відноситься до IV класу, 6 категорії якості.

Таблиця 4.3 – «Оцінка якості води Дніпровського водосховища за санітарно-екологічними критеріями»

Найменування гідрохімічних показників	Екологічна оцінка за класами і категоріями
	Дніпровське водосховище
Зважені речовини	II клас, 3 категорія (добра, досить чиста вода)
Каламутність	II клас, 3 категорія (добра, досить чиста вода)
Кисневий режим	I клас, 1 категорія (відмінна, чиста вода)
Біогенні речовини (сполуки азоту)	I клас, 1 категорія (відмінна, чиста вода)
Загальний органічний вуглець	III клас, 5 категорія (задовільна, помірно забруднена вода)
Біохімічне споживання кисню	II клас, 3 категорія (добра, досить чиста вода)
Хімічне споживання кисню	III клас, 5 категорія (задовільна, помірно забруднена вода)
Сума ароматичних вуглеводнів	IV клас, 6 категорія (погана, брудна вода)

Підрахунок інтегральних індексів якості води Дніпровського водосховища за екологічною класифікацією свідчить, що вона належить до I–II класу, 3

категорії і може характеризуватися як «добра, чиста вода» за вмістом мінеральних складових. За показниками вмісту органічних речовин вода належить до III–IV класу, 5 категорії якості – «задовільна, помірно забруднена вода». Критичними показниками для води водосховища в межах міста Дніпро виявлено хімічне споживання кисню та сумарний вміст ароматичних вуглеводнів, що свідчить про стале органічне забруднення внаслідок комунально-побутових стоків і цвітіння води.

Незважаючи на те, що гідрохімічні показники і знаходяться межах норми, треба врахувати, що значної шкоди водосховищу завдає забруднення води пестицидами, ядохімікатами, азотовмісними добривами, що надходять у водойму з дощовою водою, побутовими стоками, стічними водами підприємств. Водні ресурси можна відтворити лише за рахунок реалізації природоохоронної політики, спрямованої на зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти регіону і впровадження екологічно безпечного використання водотоків та водойм.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для ефективного впровадження проекту на обрану тему, з приводу екологічного обґрунтування якості води Дніпровського водосховища в межах міста Дніпро, необхідно оцінити його економічно фінансову вигоду та рентабельність.

Після проектування оцінки якості води у водосховищі необхідно обґрунтувати витрати на необхідні для цього матеріали, засоби, дослідження та витрати загалом. Іншими словами, ціллю економічної частини є розробка економічної доцільності впровадження нашого проекту.

Для найбільш точної оцінки необхідно вирішити такі питання:

- 1) Витрати на дослідження якості води, а саме аналіз проб, дослідження території водосховища та інше;
- 2) Витрати на необхідні матеріали під час роботи;
- 3) Витрати на оплату найманих працівників (при необхідності);
- 4) Чи економічно вигідно проводити саме такі дослідження, тобто прогнозувати збитки або дохід від такого проекту.

Для початку, треба опрацювати теоретичну частину економічної оцінки. Для цього було опрацьовано економічну систему – сукупність взаємопов'язаних елементів економіки.

Вона включає в себе:

- Продуктивні сили – засоби виробництва, використовувані сили природи, науку, людей, які приводять в дію засоби виробництва, форми і методи організації виробництва, інформацію;

- Економічні відносини – організаційно-економічні відносини, соціально-економічні відносини, відносини розподілу, обміну, споживання, відносини власності;
- Господарський механізм – ринкові механізми, державні засоби регулювання економіки.

Щоб визначити ефективність нашого проекту, необхідно визначити систему показників, які характеризують її. Зазвичай, за допомогою їх ми бачимо співвідношення затрат і результатів. Визначення ефективності проекту звучить так: це категорія, які співвідносить цілі проекту з інтересами учасників. Саме тому, нам необхідно побачити не просто суцільну ефективність проекту, а й окремо для кожного учасника. Щоб наглядно побачити ефективність інновацій необхідно дослідити її ознаки (рис 5.1)



Рисунок 5.1 – Ознаки ефективності інновацій.

Подальші розрахунки та обґрунтування економічної вигідності проекту зазначено у Додатку А.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно з українським законодавством щодо охорони праці, служба охорони праці призначена для запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям під час виробництва. Склад служби охорони праці включає відділ охорони праці та спеціалістів цехів.

У 2021 році на засіданні комісії з охорони праці головний державний інспектор відділу нагляду Головного управління Держпраці у Дніпропетровській області Ігор Осадчий підкреслив, що під час непланових перевірок стосовно стану охорони праці та промислової безпеки на Дніпровському водосховищі не було виявлено порушень законодавства щодо охорони праці.

Докладні вказівки щодо безпечного проведення робіт в хімічній лабораторії наведені у Додатку Б.

ВИСНОВКИ

1. Динаміка визначених гідрохімічних показників Дніпровського водосховища відповідала сезонним змінам кліматичних і екологічних умов.

2. За показниками вмісту розчиненого кисню та деяких біогенних речовин (сполук азоту) вода характеризується як «відмінна» та «дуже чиста» і належить до I класу 1 категорії за критеріями екологічного оцінювання.

3. За показниками зважених речовин, каламутності, біохімічного споживання кисню (БСК5) вода Дніпровського водосховища відноситься до II класу і 3 категорії якості вод за екологічною класифікацією – «досить чиста, добра вода».

4. За показниками вмісту загального органічного вуглецю та хімічного споживання кисню (ХСК) вода Дніпровського водосховища належить також до III класу, 5 категорії – «задовільна» та «помірно забруднена».

5. За показником сумарного вмісту ароматичних вуглеводнів вода характеризується як «погана» та «брудна», тому що відноситься до IV класу, 6 категорії екологічної якості.

6. Підрахунок інтегральних індексів екологічної якості води показав, що за вмістом мінеральних складових вода Дніпровського водосховища належить до I–II класу, 3 категорії і може характеризуватися як «добра, чиста вода», за показниками вмісту органічних речовин вода належить до III–IV класу, 5 категорії якості – «задовільна, помірно забруднена вода», що свідчить про стале органічне забруднення внаслідок комунально-побутових стоків і цвітіння води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Левківський С.С., Падун М.М. Рациональне використання і охорона водних ресурсів. К.: Либідь, 2006. С. 280.
2. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основи екології та охорони довкілля. К.: Центр навчальної літератури, 2006. С. 394.
3. Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча М.Н., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. К.: Наукова думка, 2006. С. 456.
4. Керівний нормативний документ. Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Екологічна оцінка якості поверхневих вод та естуаріїв України. Методика. КНД. 211.1.4.010-94. К. : Мін. природа України, 1994. 14 с.
5. Свиренко Д. О. Дніпровське водосховище // Вісн. Дніпропетр.гідробіол.ст. – Дніпропетровськ, 1938. – № 3. – С. 130.
6. Руденко Р. В. Оцінка трансформації хімічного складу води річок басейну Дніпра // Гідробіол.журнал. – 2007. – Т. 43. - № 1. – С. 95.
7. Аблець В.В., Железняк В.І. Оцінка екологічної ситуації // Звіт про стратегічну екологічну оцінку стратегічного розвитку до 2028 року: Матер. міжн. техн. доп. «Партнерство для розвитку міст» (2017, Запоріжжя). – Запоріжжя «Пидорич Р.О.», 2017. – С. 18
8. Беркелиева Е.А. Руководство по оценке отчетов ОВОС горнорудных проектов // Всемирный Альянс Экологического Права (червень, 2010). С. 35.
9. Санина М. Ю. Применение экспресс и тест-методов в анализе природных объектов // Изв. Воронежского гос. пед. ун-та. – 2013. – № 1 (260). – С. 138.

10. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. – Х.: УкрНДІЕП. – 2012. – 26 с.
11. Ровинская Р. С. Гидрохимическая характеристика Днепровского водохранилища после его восстановления // Вестник научно-исследовательского института гидробиологии. – 1955. – Т. 11. – С. 32-35.
12. Романенко В. Д. Основи гідроекології. – К.: Обереги, 2001. – 328 с.
13. Санина М. Ю. Применение экспресс и тест-методов в анализе природных объектов // Изв. Воронежского гос. пед. ун-та. – 2013. – № 1 (260). – С. 138 – 223.
14. Свиренко Д. О. Дніпровське водосховище // Вісн. Дніпропетр.гідробіол.ст. – Дніпропетровськ, 1938. – № 3. – С. 10–35.
15. «Характеристика природних умов та ресурсів Дніпропетровської області» (назва з екрану. Режим доступу) URL: <http://www.geograf.com.ua/library/geoinfocentre/21-physical-geography-ukraine-world/282-natural-resources-dniepropetrovsk>
16. Регіональна програма // Регіональна цільова програма захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, забезпечення пожежної безпеки Дніпропетровської області на 2016 – 2020 роки, Київ 2016. С.1-5.
17. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду / отв. ред. Г. В. Воропаев, А. Б. Авакян. Днепр : Наука, 1986. 145 с.
18. Копач П.І., Данько Т.Т., Горобець Н.В., Тараканова Н.П. Методологічні підходи до встановлення меж складних техноекосистем. Екологія і природокористування. 2013. Вип. 17. С. 135.
19. Вишневський В.І. Дніпровські водосховища та проблеми їх використання. Гідроенергетика України. 3–4/2018. С. 11.
20. . Нищименко А.Я. Гидрогеологические условия и переформирование

- берегов водохранилищ Днепровского каскада ГЭС, 1956–70 гг. Київ : ДНВП «Геоинформ». 1971. 136 с.
21. . Рекомендації щодо поліпшення екологічного стану прибережних територій дніпровських водосховищ. Київ, 1996. 89 с.
 22. . Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду / А.В Яцик, А.І. Томільцева, М.Г. Томільцев та ін. Київ : Генеза. 2003. 127 с.
 23. Бакшеев Е.А. Днепровские водохранилища и их народнохозяйственный эффект. Киев: Изд-во Довіра, 2008, —135 с.
 24. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ, 2000, —136 с.
 25. Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду. К.: Генеза, 2003, — 132 с
 26. Максимович Н.Г., Пьянков С.В. Малые водохранилища: экология и безопасность. / Монография. Пермь, 2012, —134 с
 27. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні в 2010 р. — 97 с
 28. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий посібник. За ред. В. М. Хорєва, К. А. Алієва. Київ: Ніка-Центр, 2001. 183 с.
 29. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилову риб з великих водосховищ і лиманів України: № 166: Затв. Наказом Держкомрибгоспу України 15.12.98. К., 1998. 56 с.
 30. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін. За ред. В. Д. Романенка. Київ: Логос, 2006. 237 с.
 31. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища. М.: Мысль, 1987. 136 с
 32. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий

посібник. 2-е вид., доп. К.: Ніка-Центр, 2006. 65 с

33. Охорона праці (лісопаркове господарство): навч. посіб. / І. А. Березовецька, І. О. Трунова, А. П. Березовецький, І. П. Пістун. Львів: ЛігаПрес, 2012. 354 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

5.1 Основна заробітна плата розробників Z_0 , яка розраховується за формулою:

$$Z_0 = \frac{M}{T_p} * t, \quad (5.1)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника, грн.

T_p – число робочих днів у місяці $T_p=21...23$,

t – число днів роботи розробника.

Розрахуємо основну заробітну плату для керівника та інженера проекту (результати розрахунків зведемо до таблиці 5.1):

Таблиця 5.1 –Розрахунок основної заробітної плати розробників

№	Найменування посади	Місячний посадовий оклад	Оплата за робочий день	Число днів роботи	Витрата на заробітну плату, грн
1	2	3	4	5	6
2	Керівник проекту	7000	318,18	22	7954,55
3	Лаборант	6000	272,73	22	6818,25
4	Інженер	5500	250	22	6250
Всього					21023,05

5.1.1 Витрати на основну заробітну плату робітників, що виготовляли дослідний зразок

Ці витрати розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, за формулою:

$$Z_p = \sum_1^n t_i \times C_i \times K_c \text{ [грн.]}, \quad (5.2)$$

де n – число робіт по видах та розрядах;

t_i – норма часу на виконання конкретної роботи (год);

K_c – коефіцієнт співвідношень. ($K_c=1 \dots 5$), приймаємо $K_c=1$,

C_i – погодинна тарифна ставка робітника, грн/год.

Погодинна тарифна ставка робітника визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_m \times K_i}{T_p \times T_{зм}} \text{ [грн./год]}, \quad (5.3)$$

де M_m – мінімальна місячна оплата праці, грн. (з 2024 р. – 5500 грн);

K_i – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

T_p – число робочих днів в місяці (22 дня);

$T_{зм}$ – тривалість зміни (8 годин).

Таблиця 5.2 – Норми витрат на основну заробітну плату робітників по виготовленню нового пристрою.

Найменування робіт	Трудомісткість, Н-годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати, грн
Заготівельні	8,1	8	51,25	2075,63
Лабораторні дослідження	12	9	54,06	3243,6
Випробувальні	6,9	10	56,90	1963,05
Дослідні	11	11	61,56	3385,5
Підсумкові	12,2	8	51,25	3126,25
Всього				13794,03

5.1.2 Додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників.

Додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, які приймали участь в розробці нового технічного рішення розраховуємо як 10% від їх основної заробітної плати.

$$Z_d = 0,1 \times (Z_o + Z_p) \text{ [грн]}, \quad (5.4)$$

Тоді додаткова заробітна плата складе:

$$Z_d = 0,1 * (21023,05 + 13794,03) = 3481,71.$$

5.1.3 Нарахування на заробітну плату розробників та робітників, які приймали участь в розробці нового технічного рішення.

Розраховуємо їх як 38% від суми основної та додаткової заробітної плати всіх розробників та робітників:

$$H_{зп} = H\% \times (Z_o + Z_p + Z_{дод}) \text{ [грн]}, \quad (5.5)$$

де $H\%$ - процент нарахування на заробітну плату.

$$H_{зп} = 0,38 * (21023,05 + 13794,03 + 3481,71) = 14553,54$$

5.1.4 Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень, які використовувались для розробки нового технічного рішення.

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання можна розрахувати за такою формулою (5.6):

$$A = \frac{Ц \times H_a}{100} \times \frac{T}{12} \text{ [грн]}, \quad (5.6)$$

де $Ц$ – балансова вартість обладнання, приміщень, грн;

H_a – річна норма амортизаційних відрахувань, %;

T – термін використання обладнання, приміщень, міс.

Всі розрахунки зведемо до таблиці:

Таблиця 5.3 – Амортизаційні відрахування

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Норма амортизації %	Термін використання обладнання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн
1.Комп'ютер Samsung ATIV One 7 (DP700A3D-X01RU)	13000	33	1	357,5
2.Барометр Виноградова	750	33	1	20,63
3. Термостат електричний сухоповітряний	2000	50	1	83,33
4. Приміщення для роботи	1500	10	1	12,5
Всього				473,96

5.1.5 Витрати на матеріали, що були використані на розробку нового технічного рішення

Витрати на матеріали, що були використані на розробку нового технічного рішення, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_1^n H_i \times C_i \times K_i - \sum_1^n B_i \times C_b \text{ [грн]} \quad (5.7)$$

де H_i – витрати матеріалу i -го найменування, кг (гр.);

C_i – вартість матеріалу i -го найменування, грн./кг.;

K_i – коефіцієнт транспортних витрат $K_i = 1,1$;

V_i – маса відходів i -го найменування, кг. (гр.);

Ц_B – ціна відходів i -го найменування, грн./кг.;

n - кількість видів матеріалів.

$$M=0 \text{ грн}$$

5.1.6 Витрати на комплектуючі, що були використані на виготовлення розробки

Витрати на комплектуючі, що були використані на виготовлення розробки розраховуються за формулою:

$$K = \sum_1^n H_i \times \text{Ц}_i \times K_i \text{ [грн]}, \quad (5.8)$$

де H_i – кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

Ц_i – закупівельна ціна комплектуючих i -го виду, грн.;

K_i – коефіцієнт транспортних витрат (1,1);

n – кількість видів комплектуючих.

Результати розрахунків витрат на комплектуючі заносимо у таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 –Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість	Ціна за один, грн	Сума, грн
Тестові набори Colilert(R)-18 (WP020 - 18, WP200 - 18)	10	5000	55000
Контейнери (сумки) для транспортування проб (посівів) в лабораторію.	12	950	12540

Герметизатор IDEXX Quanti- Tray Sealer	1	6000	6600
УФ лампа потужністю 6 Вт, 365 нм	3	1500	4950
Всього			79090

Для розрахунків бралися ринкові ціни станом на 01.01.2024 р.

З урахуванням транспортних витрат будемо мати:

$$K = 79090 * 1,1 = 86999$$

5.1.7 Витрати на силову електроенергію розраховується за формулою:

$$V_e = V \cdot \Pi \cdot \Phi \cdot K_n \quad (5.9)$$

де V – вартість 1кВт – години електроенергії, 0,98 грн/кВт-год;

Π – установлена потужність обладнання, кВт, 0,7 кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, 200 годин;

K_n – коефіцієнт використання потужності, 0,6.

$$V_e = 0,98 \cdot 0,7 \cdot 462 \cdot 0,6 = 190,16 \text{ (грн)}$$

5.1.8 Інші витрати доцільно приймати як 200% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, що виготовили дослідний зразок.

$$I_b = (21023,05 + 13794,03) * 2 = 69634,16$$

5.1.9 Сума всіх попередніх витрат дає загальні витрати на нову розробку:

$$B = Z_o + Z_p + Z_d + H_{\text{зп}} + A + M + K + B_e + I_v, \text{грн} \quad (5.10)$$

$$B = 21023,05 + 13794,03 + 3481,71 + 14553,54 + 473,96 + 0 + 86999 + 190,16 + 69634,16 = 210149,61$$

Отже, кошторис витрат на нову розробку складе 210149,61 грн.

ДОДАТОК Б

6.1 Порядок безпечного виконання робіт в хімічній лабораторії

Всі види робіт в області своєї діяльності лабораторія виконує відповідно до нормативних документів, які регламентують порядок виконання робіт (методиками, ГОСТ і ін.)

Порядок безпечного виконання робіт регламентований в інструкціях:

- інструкція з охорони праці для лаборанта хімічного аналізу, яка складається з наступних підрозділів: загальні вимоги, спеціальні вимоги (вимоги безпеки перед початком роботи, вимоги безпеки під час роботи і вимоги безпеки до кінця роботи), вимоги безпеки в аварійних ситуаціях, відповідальність за виконання інструкції;

- інструкція з техніки безпеки при роботі з електричним обладнанням;

- інструкція з охорони праці в хімічній лабораторії;

- інструкція з пожежної безпеки.

Журнали, які ведуться в процесі виконання вимірювань:

- журнал реєстрації проб води;

- журнал обліку температури;

- журнал метеорологічних спостережень;

- журнал приготування стандартних зразків (вода);

- журнал приготування стандартних зразків перевірки титра;

- журнал обліку ваги;

- журнал оперативного контролю відтворюваності результатів

вимірювань;

- журнал оперативного контролю похибки результатів вимірювань;

- журнал внутрішнього лабораторного контролю стабільності градууювальної характеристики.

Дія Інструкції поширюється на лаборантів хімічного аналізу, інженерів-лаборантів, інженерів, які в процесі роботи виконують функцію лаборанта.

До виконання хімічних аналізів допускаються особи які:

- досягли 18-річного віку,

- пройшли в установленому порядку періодичний і передзмінний медичні огляди,

- не мають протипоказань до виконання цих робіт,

- пройшли навчання за фахом і мають відповідне посвідчення за професією,

- отримали інструктаж з питань охорони праці, ознайомилися з методиками виконання хімічних аналізів, інструкціями, положеннями, нормативною документацією і отримали наряд на виконання цих робіт.

Робочі при прийомі на роботу і в процесі роботи повинні проходити інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварій.

Інструктажі завершуються перевіркою знань у вигляді усного опитування, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє особа, яка проводила інструктаж.

Про інструктажів проводиться запис в журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці.

Забороняється працювати несправним інструментом і на

несправному обладнанні.

Необхідно дотримуватися порядку в приміщенні лабораторії і на своєму робочому місці.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Рекомендації щодо забезпечення та поліпшення умов праці на підприємстві наступні:

- розроблення і затвердження галузевого положення про вибіркові приземні огляди шахтарів, що працюють у шкідливих та небезпечних умовах шахт;

- розроблення автоматизованої системи психофізіологічного професійного відбору робітників промисловості;

- визначення критеріїв причино наслідкового зв'язку між професійним захворюванням, отруєнням, виробничою травмою та настанням смерті працівників підприємств;

- розроблення та затвердження інструкції з розслідування і встановлення зв'язку випадків інфаркту міокарда, мозкового інсульту, раптової серцевої смерті у робітників даної промисловості з виробництвом;

- розроблення та затвердження положень з раціонального працевлаштування робітників, у яких виявлено відхилення в стані здоров'я і захворювання, що перешкоджають продовженню роботи у несприятливих виробничих умовах;

- розроблення технології комп'ютерного моніторингу та оцінки умов праці й стану здоров'я людей, що працюють зі шкідливими речовинами;

- вивчення особливостей ускладнень захворювань при контакті зі шкідливими речовинами.