

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально - науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЕКОСИСТЕМИ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Виконав: студент 5 курсу, групи ЗДЕ-53
спеціальності: 101 «Екологія»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Автор _____ / Вадим РИДУН
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / Арсеній РЯБЕНЬКИЙ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____ / Надія МАКСИМЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Юлія МІРОШНИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Раїса САВІЦЬКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2021 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ /проф. Надія МАКСИМЕНКО
підпис ім'я та прізвище

“26” травня 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

_____ Вадиму РИДУНУ
(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Екологічний стан екосистеми Каховського водосховища
керівник роботи Арсеній РЯБЕНЬКИЙ, доц.,
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “12” березня 2021 року № 0210-07/099

2. Строк подання студентом роботи 27. квітня 2021 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити

1. аналіз і загальна характеристика впливу АЕС на екологічний стан водних об'єктів Запорізької області;
2. аналіз матеріалів щодо сучасного стану Каховського водосховища; обґрунтування вибору методики дослідження;
3. проведення експериментальних (польових) досліджень екологічної якості: води і водних біоресурсів з Каховського водосховища та з водойми-охолоджувача Запорізької АЕС в районі розташування шандор;
4. аналіз отриманих даних результатів еколого-хімічних досліджень відібраних проб;
5. формулювання висновків та рекомендацій.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд літературних джерел
2	Аналіз методики дослідження
3	Проведення експериментальних (польових) досліджень екологічної якості: води і водних біоресурсів з Каховського водосховища та з озера-охолоджувача Запорізької АЕС в районі розташування шандор
4	Сформулювати висновки та рекомендації згідно проведеного дослідження

5. Дата видачі завдання _____ 20.05.2020 р. _____

Студент

 підпис

Вадим РИДУН

ім'я і прізвище

Керівник роботи

 підпис

доц. Арсеній РЯБЕНЬКИЙ

посада, ім'я і прізвище

АННОТАЦІЯ

**ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЕКОСИСТЕМИ КАХОВСЬКОГО
ВОДОСХОВИЩА**

Вадиму РИДУНУ

Кваліфікаційна робота «Екологічний стан екосистеми Каховського водосховища» містить 48 сторінок, 3 розділи, 3 таблиці, 12 рисунків, 18 використаних джерел та 2 додатка.

Актуальність. Наявність потужних джерел тепла у вигляді градирень та водойм-охолоджувачів, що входять до технологічного циклу роботи АЕС, помітним чином змінює мікрокліматичні характеристики прилеглих районів. Робота систем з підготовки води для технологічних та побутових потреб, рух води в мережах зовнішнього тепловідводу, скидання технологічних вод, що містять різноманітні компоненти впливають на екосистему водойм.

Під час проведення екологічних досліджень особлива увага приділялася вивченню дії хімічних забруднювачів водойми. Одними з пріоритетних забруднювачів є важкі метали, які можуть бути перенесені разом із водними масами водойми-охолоджувача Запорізької АЕС, які становлять небезпеку як забруднювачі природних вод так і водних організмів, у тому числі й риб.

Мета роботи: дослідження екологічного стану екосистеми Каховського водосховища в умовах впливу ЗАЕС.

Завдання:

- провести аналіз матеріалів щодо сучасного стану Канівського водосховища;
- провести аналіз та обґрунтування вибору методики дослідження;
- проведення експериментальних (польових) досліджень екологічної якості води, водних біоресурсів з Канівського водосховища та водойми-охолоджувача ЗАЕС;

– провести порівняльний аналіз результатів еколого-хімічних досліджень відібраних проб задля підтвердження або спростування можливого впливу ЗАЕС на екосистему Каховського водосховища;

– сформулювати висновки та надати рекомендації.

Методи, що використані у дослідженні: польовий відбір проб, лабораторний аналіз проб, статистична обробка та узагальнення результатів. При написанні роботи використані результати власних досліджень автора, літературні джерела та статистичні дані служби охорони довкілля Запорізької АЕС (м. Енергодар).

Результати. Відповідно до результатів лабораторного аналізу концентрація важких металів у воді з Каховського водосховища та водойми – охолоджувача в межах гранично-допустимих норм, але можна відмітити більшу концентрацію Zn у воді Каховського водосховища. А концентрація Mn та Fe вища у воді водойми-охолоджувача.

Загалом екологічний стан екосистеми Каховського водосховища залежить від води, що надходить з водойми-охолоджувача Запорізької АЕС. Результати багаторічних спостережень за водними об'єктами в районі розташування ЗАЕС, а саме Каховське водосховище, свідчать про те, що вода ставка-охолоджувача за своїми показниками, в основному відповідає воді Каховського водосховища.

За показниками екологічної якості вода та водні біоресурси у Каховському водосховищі в межах гранично-допустимих норм для рибогосподарських та господарсько-побутових показників для водойм.

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, ЕКОСИСТЕМА, КАХОВСЬКЕ
ВОДОСХОВИЩЕ, ВОДНІ БІОРЕСУРСИ, ЗАПОРІЗЬКА АТОМНА
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ

ANNOTATION

ECOLOGICAL STATE OF THE KAKHOVSK RESERVOIR ECOSYSTEM

Vadim RIDUN

Qualification work «Ecological state of the ecosystem of the Kakhovka reservoir» contains 48 pages, 3 sections, 3 tables, 12 drawings, 18 used sources and 2 applications.

Topicality. The presence of powerful heat sources in the form of cooling towers and cooling reservoirs, which are part of the technological cycle of NPP operation, significantly changes the microclimatic characteristics of the surrounding areas. The operation of water treatment systems for technological and domestic needs, the movement of water in the networks of external heat dissipation, discharge of process water containing various components affect the ecosystem of reservoirs.

During the ecological research, special attention was paid to the study of the action of chemical pollutants in the reservoir. One of the priority pollutants is heavy metals that can be transported together with the water masses of the cooling reservoir of Zaporizhzhya NPP, which pose a danger to both pollutants of natural waters and aquatic organisms, including fish.

Purpose: study of the ecological state of the ecosystem of the Kakhovka reservoir under the influence of ZNPP.

Tasks:

- to analyze the materials on the current state of the Kaniv Reservoir;
- to analyze and justify the choice of research methodology;
- conducting experimental (field) studies of ecological quality of water, aquatic bioresources from the Kakhovka Reservoir and the ZNPP cooling reservoir;
- to conduct a comparative analysis of the results of ecological and chemical studies of the selected samples in order to confirm or refute the possible impact of ZNPP on the ecosystem of the Kakhovka Reservoir;
- formulate conclusions and provide recommendations.

Methods used in the study: field sampling, laboratory analysis of samples, statistical processing and generalization of results. The author's own research, literature sources and statistical data of the Zaporizhzhya NPP Environmental Protection Service (Energodar) were used in writing the work.

Results. According to the results of laboratory analysis, the concentration of heavy metals in the water from the Kakhovka Reservoir and the cooling reservoir is within the maximum allowable norms, but it is possible to note a higher concentration of Zn in the water of the Kakhovka Reservoir. And the concentration of Mn and Fe is higher in the water of the cooling reservoir.

In general, the ecological state of the ecosystem of the Kakhovka Reservoir depends on the water coming from the cooling reservoir of the Zaporizhzhya NPP. The results of long-term observations of water bodies in the area of ZNPP location, namely Kakhovka Reservoir, indicate that the water of the cooling pond in its indicators, mainly corresponds to the water of Kakhovka Reservoir.

According to the indicators of ecological quality, water and aquatic bioresources in the Kakhovka Reservoir are within the maximum allowable norms for fishery and household indicators for reservoirs.

ECOLOGICAL CONDITION, ECOSYSTEM, KAKHOVSK RESERVOIR,
WATER BIORESOURCES, ZAPORIZHZHYA NUCLEAR POWER PLANT

АННОТАЦИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ КАХОВСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА

Вадиму РЫДУНУ

Квалификационная работа «Экологическое состояние экосистемы Каховского водохранилища» содержит 48 страниц, 3 главы, 3 таблицы, 12 рисунков, 18 использованных источников и 2 приложения.

Актуальность. Наличие мощных источников тепла в виде градирен и водоемов-охладителей, входящих в технологический цикл работы АЭС, заметным образом изменяет микроклиматические характеристики прилегающих районов. Работа систем по подготовке воды для технологических и бытовых нужд, движение воды в сетях внешнего теплоотвода, сбросы технологических вод, содержащих разнообразные компоненты влияют на экосистему водоемов.

Во время проведения экологических исследований особое внимание уделялось изучению действия химических загрязнителей водоема. Одними из приоритетных загрязнителей тяжелые металлы, которые могут быть перенесены вместе с водными массами водоема-охладителя Запорожской АЭС, представляющих опасность как загрязнители природных вод так и водных организмов, в том числе и рыб.

Цель работы: исследование экологического состояния экосистемы Каховского водохранилища в условиях влияния ЗАЭС.

Задания:

- провести анализ материалов о современном состоянии Каневского водохранилища;
- провести анализ и обоснование выбора методики исследования;
- проведение экспериментальных (полевых) исследований экологического качества воды, водных биоресурсов из Каховского водохранилища и водоема-охладителя ЗАЭС;

- провести сравнительный анализ результатов эколого-химических исследований отобранных проб для подтверждения или опровержения возможного влияния ЗАЭС на экосистему Каховского водохранилища;
- сформулировать выводы и дать рекомендации.

Методы, использованные в исследовании: полевой отбор проб, лабораторный анализ проб, статистическая обработка и обобщение результатов. При написании работы использованы результаты собственных исследований автора, литературные источники и статистические данные службы охраны окружающей среды Запорожской АЭС (г. Энергодар).

Результаты. Согласно результатам лабораторного анализа концентрация тяжелых металлов в воде из Каховского водохранилища и водоемы - охладителя в пределах предельно допустимых норм, но можно отметить большую концентрацию Zn в воде Каховского водохранилища. А концентрация Mn и Fe выше в воде водоема-охладителя.

В общем экологическое состояние экосистемы Каховского водохранилища зависит от воды, поступающей из водоема-охладителя Запорожской АЭС. Результаты многолетних наблюдений за водными объектами в районе расположения ЗАЭС, а именно Каховское водохранилище, свидетельствуют о том, что вода пруда-охладителя по своим показателям, в основном соответствует воде Каховского водохранилища.

По показателям экологического качества вода и водные биоресурсы в Каховском водохранилище в пределах предельно допустимых норм для рыбохозяйственных и хозяйственно-бытовых показателей для водоемов.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ЭКОСИСТЕМА, КАХОВСКОЕ
ВОДОХРАНИЛИЩЕ, ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, ЗАПОРОЖСКАЯ
АТОМНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

ЗМІСТ

ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	12
1.1 Загальна характеристика впливу Запорізької АЕС на екологічний стан Каховського водосховища.....	12
1.2 Нормування скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти.....	17
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	23
2.1 Методи дослідження екологічного стану Каховського водосховища в межах міста Енергодар.....	23
РОЗДІЛ 3 ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ.....	25
3.1 Проведення експериментальних досліджень та отримання результатів та аналіз отриманих даних.....	25
3.2 Рекомендації щодо використання отриманих даних та їх оцінка.....	31
ВИСНОВКИ.....	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Наявність потужних джерел тепла у вигляді градирень та водойм-охолоджувачів, що входять до технологічного циклу роботи АЕС, помітним чином змінює мікрокліматичні характеристики прилеглих районів. Робота систем з підготовки води для технологічних та побутових потреб, рух води в мережах зовнішнього тепловідводу, скидання технологічних вод, що містять різноманітні компоненти впливають на екосистему водойм.

Однією із складових впливу АЕС на довкілля є порушення природного режиму водних ресурсів через теплове, радіаційне, хімічне і біологічне забруднення.

Наслідки забруднення важкими металами у воді виявляються, насамперед, у прямій токсичній дії на біоресурси, що призводить до їх ураження та загибелі.

Під час проведення екологічних досліджень особлива увага приділялася вивченню дії хімічних забруднювачів водойми. Одними з пріоритетних забруднювачів є важкі метали, які можуть бути перенесені разом із водними масами водойми-охолоджувача Запорізької АЕС, які становлять небезпеку як забруднювачі природних вод так і водних організмів, у тому числі й риб.

Мета дослідження: аналіз екологічного стану екосистеми Каховського водосховища за умов впливу ЗАЕС в межах міста Енергодар.

Об'єкт дослідження: вода та риба Каховського водосховища.

Предмет дослідження: аналітичні дані щодо концентрації важких металів у воді та їх накопичення у м'язових тканинах біоресурсів, а саме у тканинах коропа звичайного з Каховського водосховища та водойми-охолоджувача ЗАЕС.

Відповідно до поставленої мети були визначені наступні завдання:

- провести аналіз матеріалів щодо сучасного стану Каховського водосховища;
- провести аналіз та обґрунтування вибору методики дослідження;
- проведення експериментальних (польових) досліджень екологічної якості води, водних біоресурсів з Каховського водосховища та водойми-охолоджувача ЗАЕС;
- провести порівняльний аналіз результатів еколого-хімічних досліджень відібраних проб задля підтвердження або спростування можливого впливу ЗАЕС на екосистему Каховського водосховища в межах міста Енергодар;
- сформулювати висновки та надати рекомендації.

Методи, що використані у дослідженні: польовий відбір проб, лабораторний аналіз проб, статистична обробка та узагальнення результатів. При написанні роботи використані результати власних досліджень автора, літературні джерела та статистичні дані служби охорони довкілля Запорізької АЕС (м. Енергодар).

У якості інформаційної основи та вихідних даних дослідження послуговували дані спостережень служби охорони навколишнього середовища Запорізької АЕС, літературні джерела та електронні ресурси.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальна характеристика впливу Запорізької АЕС на екологічний стан Каховського водосховища

Наслідком зростаючого антропогенного навантаження є зміна якісних і кількісних змін водного середовища, безпосереднє погіршення загальної штучної екосистеми. Серед деяких видів антропогенного втручання у водні біоценози зросла роль водовикористання, зарегулювання водних об'єктів із метою їх комплексного використання.

Екологічна оцінка якості води дає можливість отримати інформацію про якість води як складової водної екосистеми та життєвого середовища біоресурсів та можливості подальшої діяльності щодо покращення або збереження їх екологічного стану [1, 13].

Вода є невід'ємною частиною технологічного процесу в експлуатації атомних електростанцій (АЕС) та інших підприємств та вимагає близького розташування водних об'єктів.

В якості джерела водопостачання можуть використовуватися як порівняно невеликі, так і великі ріки, озера і водосховища, а також прибережні акваторії морів і океанів.

Так, в Україні три АЕС розміщені в басейні р. Прип'ять: Рівненська, Хмельницька та Чорнобильська АЕС, яка 15 грудня 2000 року була виведена з експлуатації. Найбільш потужна в Європі – Запорізька АЕС, розміщена в нижній течії Дніпра на березі Каховського водосховища [1].

При нормальній роботі АЕС деяка частина радіонуклідів може надходити у водні системи як у вигляді невеликих допустимих скидів рідких радіоактивних відходів, так і у вигляді аерозольних осадів. Скиди незначної кількості радіоактивних речовин у результаті технологічних промивань системи охолодження і водойм-охолоджувачів є нормальними

технологічними прийомами експлуатації атомних електростанцій. При цьому строго дотримуються нормативів на допустимі рівні забруднення води.

Процес експлуатації АЕС супроводжується комплексним негативним впливом на навколишнє природне середовище та людину. Такі об'єкти належать до категорії екологічно небезпечних та потребують постійної уваги та контролю.

Каховське водосховище є другим за величиною в Україні та створено на території Запорізької, Дніпропетровської та Херсонської областей греблею Каховської ГЕС на річці Дніпро. Об'єм водосховища становить 18,2 км³. Його було заповнене в 1955–1958 роках. Довжина водосховища – 230 км, середня ширина – 9,4 км (максимальна – 24 км), площа – 2155 км. Довжина берегової лінії становить 896 км, а середня глибина – 8,4 метра з максимальною глибиною – 36 метрів.



Рис. 1.1 – Каховське водосховище

Каховське водосховище є джерелом питного водопостачання міст Нікополь, Марганець, Орджонікідзе, а також населених пунктів Херсонської області та є найбільшим водозабірним вузлом Дніпровського каскаду водосховищ. З водосховища вода відбирається в найбільші канали не лише

України, а й Європи – Північнокримський канал ($295 \text{ м}^3/\text{с}$), Каховський ($350 \text{ м}^3/\text{с}$), насосні станції Північнорогачинської ($55,5 \text{ м}^3/\text{с}$), Верхньотарасовської ($13,5 \text{ м}^3/\text{с}$) та Нікопольської ($6,5 \text{ м}^3/\text{с}$) зрошувальних систем. Сумарний об'єм водозабору з водосховища перевищує $900 \text{ м}^3/\text{с}$, що значно більше витрат Дніпра в створі гідровузла в маловодні роки.

У Каховському водосховищу проточність найменша серед всіх водосховищ у каскаді (не більше $1,6\text{--}1,8 \text{ см}/\text{с}$), водообмін не перевищує 2–3 рази протягом року, тому наслідком такої морфометрії, водосховище є дуже замуленим (понад 82 % акваторії), товщина донних відкладів коливається в межах від 0,1 м до 1 м (в середньому – 0,19 м) [5, 16, 18].

Водойму-охолоджувач Запорізької АЕС було створено шляхом відокремлення прибережної ділянки Каховського водосховища з глибинами 0,5-2,0 м глухою піщаною земляною греблею.

Шляхом виймання ґрунту і розчищення земснарядом досягнуто необхідної глибини водойми. Наслідком таких дій є те, що дно водойми-охолоджувача на 80 % складене з дрібнозернистого піску [5].

Вплив енергетичних станцій на екосистему водойм-охолоджувачів достатньо різноманітний:

- додаткове тепло і, як наслідок, підвищення температури води на деяких ділянках і водоймі загалом;
- зміна гідродинамічного режиму;
- випаровування води, що спричиняє необхідність використання додаткової води з інших водних джерел; додаткове надходження органічних речовин з водами підживлення, а також з промисловими і господарсько-побутовими стоками;
- використання водойм-охолоджувачів в цілях рибного господарства, що також веде до поповнення біогенних та органічних речовин тощо.



Рис. 1.2 – Водойма-охолоджувач Запорізької АЕС

Слід звернути увагу на схожість природних і технічних водойм та на їх відмінності при порівнянні умов існування біоресурсів. Всі фактори (природні і техногенні) взаємодіють один з одним.

Температура це постійний екологічний фактор для будь-якої екосистеми, однак у водоймах-охолоджувачах вплив підігрітих скидних вод призводить до формування абсолютно специфічного термічного режиму. Для нього характерний не тільки високий рівень температури, невластивий даній кліматичній зоні, але і значне подовження вегетаційного сезону всіх біоресурсів водойми.

Водойми-охолоджувачі значною мірою підлягають дії зростаючого антропогенного навантаження, яке впливає на стан їхніх екосистем. Зокрема, погіршується санітарний стан і екологічна якість води, що ускладнює їх господарське використання.

Антропогенні фактори можуть сприяти змінам складу і структури в екосистемі, зокрема, вселення нових видів, багато з яких самі можуть стати ініціатором серйозних перебудов у водоймі [4, 5].

На особливу увагу при дослідженні шляхів міграції, трансформації й акумуляції у водних об'єктах заслуговують важкі метали (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Co, Cd), більша частина з яких є токсичними речовинами. Такі метали, як свинець, ртуть, кадмій виявляють інтенсивний токсикологічний вплив на живі організми [9, 11, 12].

Металам властива стійкість до руйнування під дією природних факторів, вони здатні поширюватись на значних територіях та мають велику зовнішню поверхню поглинання. Крім того, важкі метали можуть бути біологічно активними. Потрапляючи внаслідок антропогенної діяльності до водного середовища у міграційному стані, вони долучаються до біологічного кругообігу і за певної концентрації мають токсичну дію на всю екосистему.

Хоча елементи цієї групи необхідні для розвитку живих організмів, в надлишкових кількостях вони можуть спричиняти порушення важливих фізіологічних функцій організму, призводити до пригнічення фотосинтетичної активності планктону і до порушення різних процесів у водних екосистемах. Наслідком таких процесів є порушення біотичного кругообігу речовин.

Водойма-охолоджувач Запорізької АЕС внаслідок надходження додаткового тепла із систем охолодження енергоблоків належать до водних об'єктів з незвичним для природних вод термічним режимом.

В умовах теплового навантаження в екосистемі ВО ЗАЕС формується особливий тепловий, гідрохімічний і гідробіологічний режим. Ступінь пригнічення популяцій аборигенних видів риби водойми-охолоджувача ЗАЕС можна прослідкувати на прикладі плітки та краснопірки, які не витримали значних підвищень температури води в деякі періоди року та випали зі списку фауни водойми [7].

1.2 Нормування скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти

Нормування скидів забруднюючих речовин у Каховське водосховище проводиться шляхом встановлення гранично допустимих скидів (ГДС) нормованих речовин зі зворотними водами.

Продувкою ставка-охолоджувача називають зміну водних мас у ньому з метою поліпшення якості циркуляційної води. Водобмін у ставку-охолоджувачі забезпечується за рахунок існуючого спорудження продувки, розташованого в греблі ставка-охолоджувача в районі максимального охолодження циркуляційної витрати води.

Багаторічні спостереження за ефективністю продувки водойми-охолоджувача показали, що якість води ставка-охолоджувача залежить від хімічного складу води скидного каналу Запорізької ТЕС – підживлення водойми-охолоджувача [7].

Для підтримки постійного обсягу води у водоймі-охолоджувачі на рівні 47 млн. м³, зниження температури води (особливо в літній період), карбонатної твердості й мінералізації здійснюється постійне підживлення ставка-охолоджувача водою скидного каналу ЗаТЕС. З 2005 року, відповідно до «Регламенту проведення безперервної продувки водойми-охолоджувача Запорізької АЕС у Каховське водосховище» продувка ведеться в безперервному режимі (рис. 1.3) [7].

За даними служби охорони навколишнього середовища Запорізької АЕС [7] обсяг продувки ставка-охолоджувача у Каховське водосховище у 2020 році склав 225236,484 тис. м³ (рис. 1.3) при середній витраті 7,13 м³/сек. Середня мінералізація у ставку-охолоджувачі склала за рік 402,0 мг/дм³ (рис. 1.7).

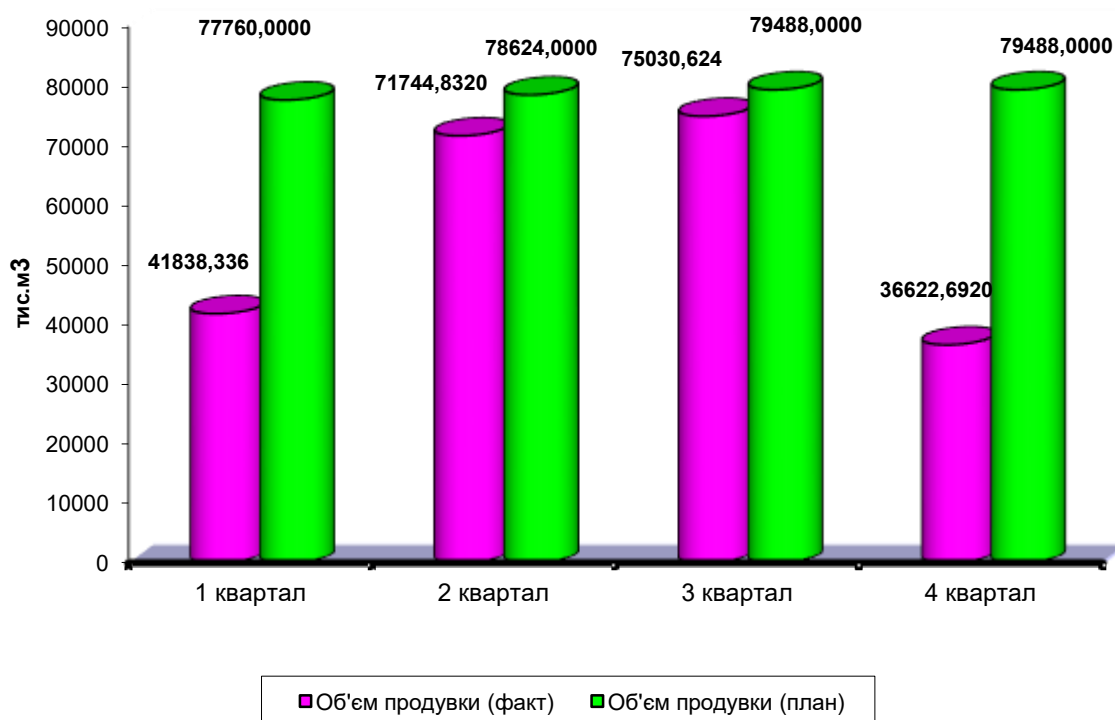


Рис. 1. 3 – Обсяг продукції водопостачувача в Каховське водосховище за 1–4 квартал 2020 року [7]

Ліміт скидання забруднюючих речовин за період продукції ставка - охолоджувача в Каховське водосховище (без обліку мінералізації) – 3810,40025 тони, фактичне скидання склало (без обліку мінералізації) – 1491,49006 тон.

Скидання зворотних вод водопостачувача до Каховського водосховища здійснюється відповідно виданому Державним агентством водних ресурсів України дозволу на спеціальне водокористування, при наявності гранично допустимої концентрації (ГДК) і встановлених нормативів гранично допустимого скидання (ГДС) забруднюючих речовин та регламенту продукції [7].

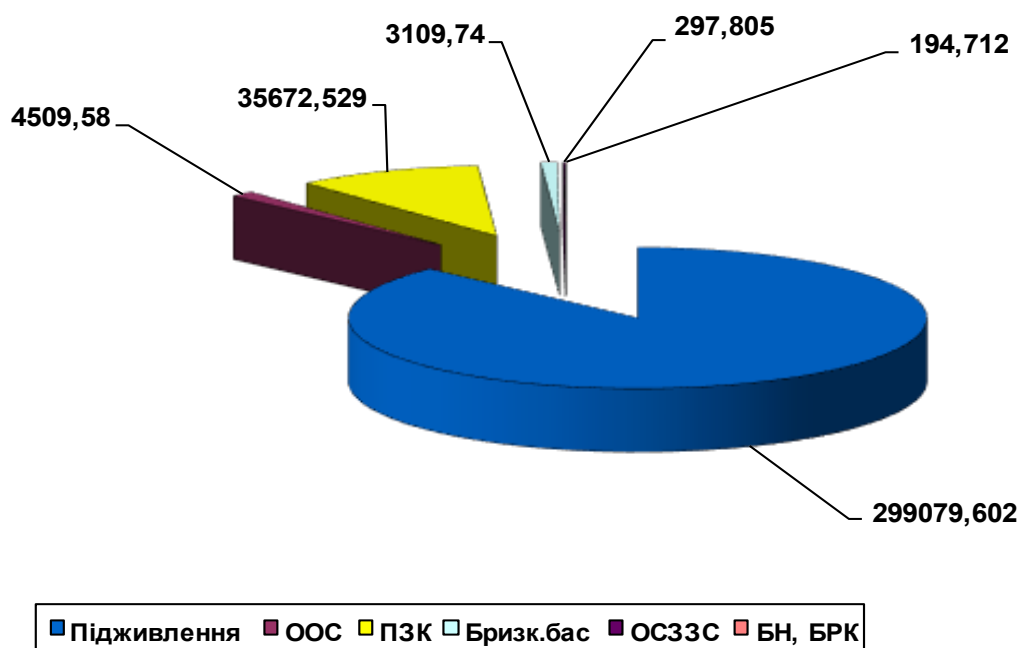


Рис. 1.4 – Обсяги вступу промислових стоків у водойму-охолоджувач ЗАЕС за 2020 рік (тис. м³)

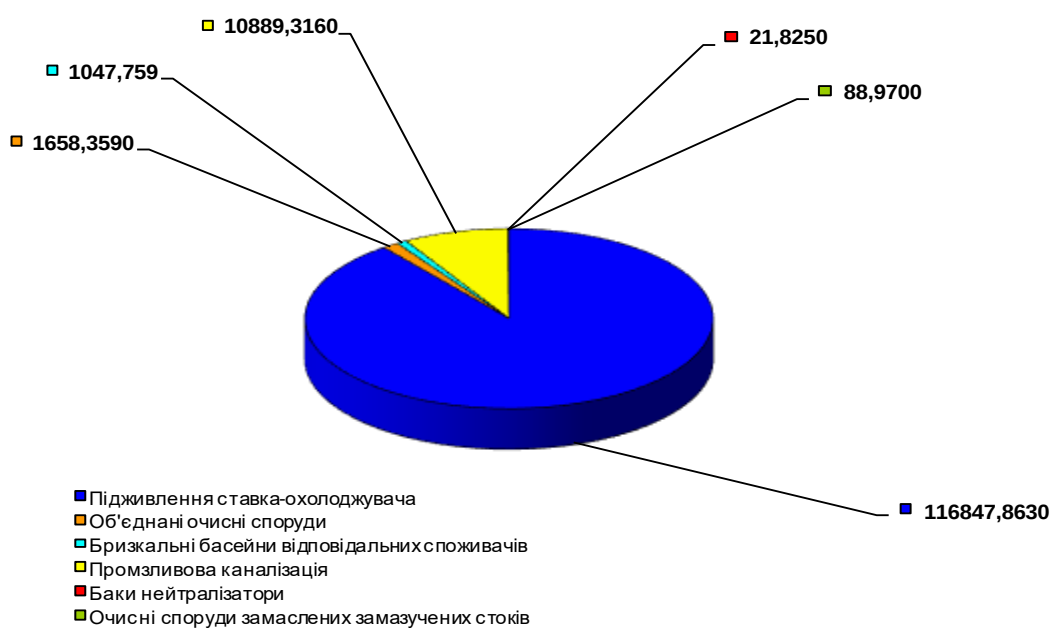


Рис. 1.5 – Кількість надходження хімічних речовин до водойми-охолоджувача ЗАЕС за 2020 рік (тон)

Загальний обсяг стоків, що надійшли у ставок-охолоджувач склав 342863,9680 тис. м³.

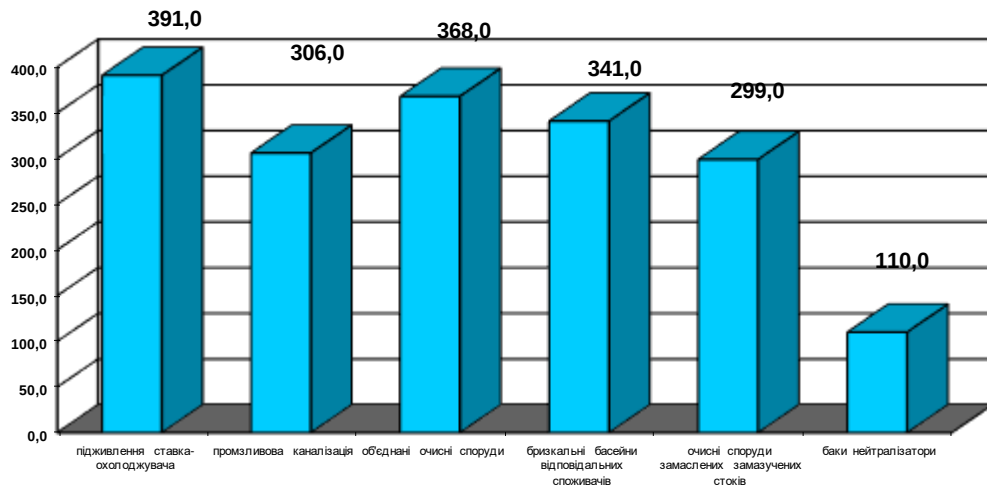


Рис. 1.6 – Мінералізація промислових стоків, що надходять до водойми-охолоджувача за 2020 рік

Також у 2020 році проводився хімічний контроль роботи очисних споруджень господарсько-побутових стоків «брудної» зони 1-ой і 2-ой черг.

Загальний об'єм скиду очисних споруджень господарсько-побутових стоків «брудної» зони 1 і 2 черги – 223,139 тис. м³.

Вплив на якість води в Каховському водосховищі може виявлятися при водовипуску зі ставка – охолоджувача, насамперед це стосується теплового забруднення в області змішування вод. Однак додаткового теплового навантаження (перевищень більше ніж на 3,0 °C над фоновими значеннями) на акваторію Каховського водосховища не виявлене за весь період продувки водойми-охолоджувача [7].

Під час продувки водойми-охолоджувача в Каховське водосховище у 2020 році із середньою поточною витратою 7,13 м³/сек. у контрольному створі (точка 3 – вода Каховського водосховища в 500 м нижче створу продувки) відбувається підвищення температури в діапазоні от 0,2°C до 1,5 °C – в порівнянні з фоновими її значеннями (вода р. Дніпро до ЗАЕС – точка №19) [7].

Мінералізація води у ставку-охолоджувачі суттєво не мінялася й залишалася стабільної протягом усього 2019 та 2020 років. Середня

мінералізація ставка – охолоджувача складала у 2019 та 2020 році – 402,0 мг/дм³.

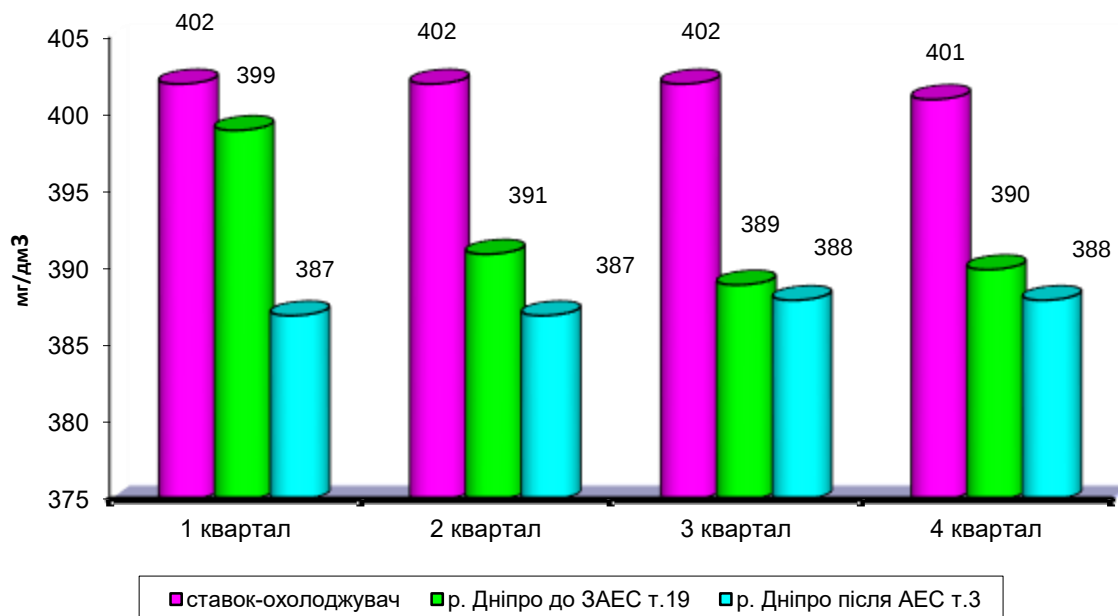


Рис. 1. 7 – Середня мінералізація водойми-охолоджувача та Каховського водосховища за I–IV квартал 2019 р. [7]

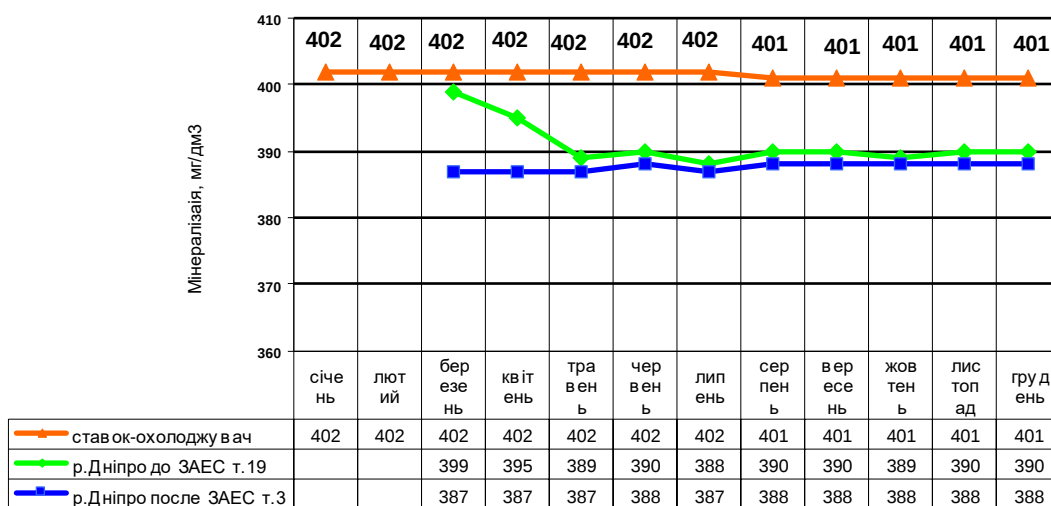


Рис. 1.8 – Мінералізація води водойми-охолоджувача (точка 1) та Каховського водосховища (точка 3, точка 19) за I–IV квартал 2020 р. [7]

Формування хімічного складу і якості води ставка-охолоджувача складається зі специфічних для замкнених екосистем гідробіологічних,

гідрохімічних і гідрологічних процесів, тобто відбувається нагромадження різних класів і типів як органічних, так і мінеральних речовин.

З одного боку, в умовах значного теплового навантаження підсилюються й прискорюються процеси оборотності біогенних речовин, руйнування органічних речовин, збільшуються процеси відкладу в донні відкладання важких металів. При ефекті випарного концентрування, хлоридні й сульфатні солі натрію та калію, добре розчинюються та у значних кількостях можуть накопичуватися у водному середовищі.

Якість води водойми-охолоджувача формується за рахунок скидання у нього:

- стічних вод з об'єднаних очисних споруджень господарсько-побутових стоків м. Енергодара й частково, пром. майданчика ВП ЗАЕС;
- продувки бризкальних басейнів охолоджуючої технічної води відповідальних споживачів групи «А»;
- промислово-зливової каналізації;
- очисних споруджень замаслених стоків та стоків із мазутом ЗАЕС;
- у зв'язку з тим, що скидний канал ЗаТЕС використовується для підживлення водойми-охолоджувача ЗАЕС він є основним відновлювачем втрат його води тому й найбільшою мірою впливає на хімічний склад його води.

У 2019 та 2020 роках забруднення водних об'єктів, пов'язаних з аварійними залповими скидами та іншими фактами надзвичайних екологічних ситуацій, виявлено не було [7].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Методи дослідження екологічного стану Каховського водосховища в межах міста Енергодар

В останні роки екологічна ситуація на водосховищах Дніпровського каскаду стала суттєво погіршуватись внаслідок зростаючого антропогенного навантаження, що призводить до якісних і кількісних змін їх водного середовища і донних відкладень, безпосередньо впливає на загальну штучну екосистему.

Каховське водосховище, з усіх Дніпровських водосховищ, є найбільш забрудненим. Екологічна оцінка якості води дає можливість отримати інформацію про якість води як складової водної екосистеми та життєвого середовища водних біоресурсів[2].

Екологічна оцінка води Каховського водосховища дає можливість визначити стан та можливості подальшої водоохоронної діяльності на водоймі та покращення або збереження його екологічного стану.

З метою проведення екологічних досліджень проби води та водних біоресурсів відбирались біля міста розташування створу (253 км) р. Дніпро м. Енергодар (Каховське водосховище вплив Запорізької АЕС) та водойми-охолоджувача Запорізької АЕС.

Однією з головних задач аналізу забруднень – це визначення якісного і кількісного складу отриманих проб, щоб достовірно оцінити їх фактичний екологічний стан. Якщо виконувати спостереження в динаміці, то можливе подальше прогнозування рівнів забруднення продуктів дослідження, виконання заходів щодо їх екологічної безпеки.

Використанням нових технологій у промисловому виробництві за останні роки значно збільшилося та надходження важких металів у навколишнє середовище й по харчових ланцюгах в організм людини також збільшилось.

Однією з пріоритетних груп забруднюючих речовин залишаються важкі метали, які мають локальне, регіональне та глобальне розповсюдження. Їх надходження у водне середовище пов'язане з природними і антропогенними джерелами.

Переважає більшість методів визначення малого вмісту елементів у різних об'єктах – це різноманітні інструментальні методи. Найпоширенішими методами визначення токсичних елементів є атомна абсорбція та вольтамперометрія [3, 10, 11].

Сьогодні згідно з «Медико-біологічними вимогами та санітарними нормами якості продовольчої сировини та харчових продуктів (МБВ № 5061-89)» [10] у харчовій продукції визначаються частіше за все шість елементів – Pb, Cu, Zn, Cd, Fe та Mn.

Відбір простих проб води здійснено згідно з ДСТУ ISO 5667-6:2009 та Інструкції з відбирання, підготовки проб води і ґрунту [6].

Аналіз зразків проводився в лабораторії аналітичних екологічних досліджень ННІ екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Визначення показників якості води виконували за чинними методиками: КНД 211.1.4.023; КНД 211.1.4.030; КНД 211.1.4.024;

- рН води – згідно з вимогами ДСТУ 4077-2001;

Вміст ВМ у воді визначаються за методикою ПНДФ 14.1:2.253-09 (М 01-46-2013).

РОЗДІЛ 3

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1 Аналіз отриманих даних та їх оцінка

Відомо, що пріоритетними токсичними забруднювачами є важкі метали, які можуть бути перенесені разом із повітряними та водними масами на великі відстані.

Важкі метали становлять надзвичайну небезпеку як забруднювачі природних вод, які навіть у порівняно малих концентраціях можуть негативно впливати на водні організми, у тому числі й на рибу. Біологічні наслідки забруднення важкими металами навколишнього середовища виявляються, насамперед, у прямій токсичній дії на біоресурси, що призводить до ураження їх фізіологічних систем та масової загибелі організмів.

Крім того, порушення трофічних зв'язків, а також рівноваги між організмами, призводить до порушення екологічного стану водних екосистем [8].

На різних стадіях забруднення прісноводних екосистем, риби є більш чутливим індикатором стану водойми, ніж рослини, що, ймовірно, пов'язано з більш тривалим терміном їх життєвого циклу, протягом якого вони сприймають не тільки хронічні, але і випадкові антропогенні викиди забруднюючих речовин.

З іншого боку, риба є цінним харчовим продуктом. Отже, дослідження рівнів вмісту важких металів у рибі являє інтерес як в екологічному, так і в гігієнічному аспекті [8, 17].

Результати лабораторних досліджень води з Каховського водосховища та водойми-охолоджувача Запорізької АЕС представлено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Показники якості води у водоймах, що досліджуються

Показники, що аналізуються	Каховське водосховище	Водойма-охолоджувач ЗАЕС	ГДК р/г
Водневий показник, рН	7,95	8,4	6,5-8,5
Жорсткість загальна	3,6	4,4	< 7
Запах	0	0	2
Лужність	4,0	3,7	0,5-6,5
Прозорість	25	25	< 30
Каламутність	1,5	1,5	< 1,0
NH ₃	0,04	0,04	< 2,0
NO ₂	0,002	0,001	< 3,3
NO ₃	0	0	< 50
CL	272	296	< 250
Zn	0,0532	0,0402	1,0
Cu	0,002	0,002	0,001
Cd	0	0	0,005
Mn	0,0001	0,0002	0,05
Cr заг	0	0	0,05
Fe	0,0001	0,0037	0,2

Згідно з таблиці, показники каламутності значно перевищують нормативний показник. Як видно, експериментально визначені величини рН води практично відповідають їх теоретичним значенням. За реакцією водного середовища вода у Каховському водосховищі відноситься до слабо лужної. Вода з водойми-охолоджувача за величиною рН близьиться до граничнодопустимого показника для водойм рибогосподарських та господарсько-побутового значення. Розподіл компонентів карбонатної системи у воді обох водойм близький до рівноважного.

Також, показник CL значно вищий за норму ГДК р/г. Хлориди є складовою частиною більшості природних вод. Великий вміст хлоридів геологічного походження в поверхневих водах – явище рідкісне. Тому виявлення великої кількості хлоридів є показником забруднення води побутовими або деякими промисловими стічними водами.

Також, хлориди корелюють із загальною мінералізацією, тобто можна відмітити, що в обох водоймах підвищена мінералізація. Окрім того, у водоймі – охолоджувачі вода більш жорстка ніж у водосховищі.

За іншими показниками вода обох водойм відповідає ГДК р/г.

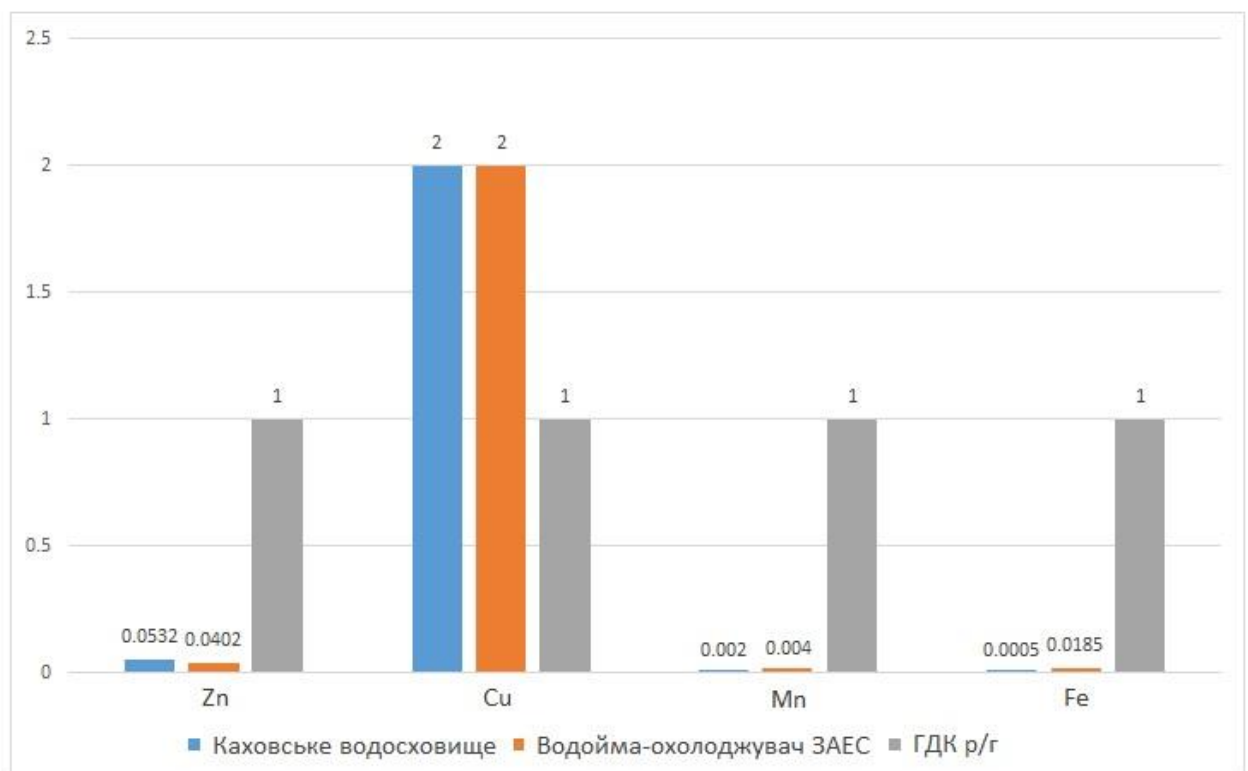


Рис. 3.1 – Концентрації хімічних елементів у воді з Каховського водосховища та водойми-охолоджувача ЗАЕС (в долях ГДК)

Відповідно до наведених у таблиці результатів лабораторного аналізу видно, що концентрація важких металів у воді з Каховського водосховища та водойми – охолоджувача в межах гранично-допустимих норм, але можна

відмітити більшу концентрацію Zn у воді Каховського водосховища. А концентрація Mn та Fe вища у воді водойми-охолоджувача.

Таблиця 3.2

Вміст важких металів у тканинах риби (короп звичайний) (мг/кг)

Показники, що аналізуються	Каховське водосховище	Водойма-охолоджувач ЗАЕС	ГДК
Zn	0,0816	0,0817	40
Cu	0,0004	0,004	10
Cd	0,0005	0,0004	0,2
Mn	0,0005	0,0004	-
Cr заг	0,0001	0	-
Fe	0,0303	0,0306	-

Для того, щоб більш наглядно прослідкувати можливе накопичення важких металів в організмах водних біоресурсів з водного середовища було побудовано діаграми (рис. 3.2 та рис. 3.3).

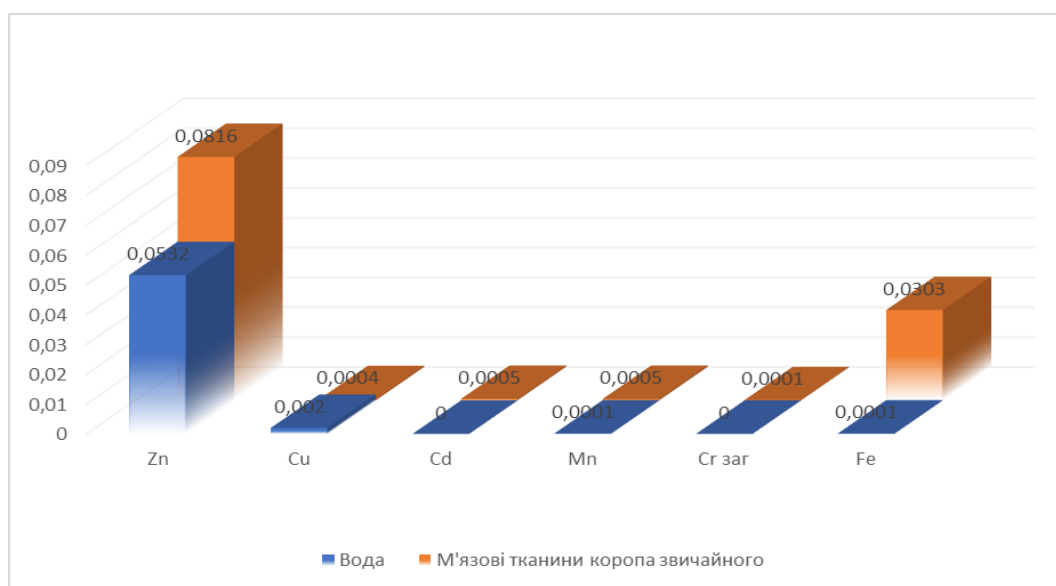


Рис. 3.2 – Порівняння вмісту хімічних елементів у воді та м'язових тканинах коропа звичайного з Каховського водосховища

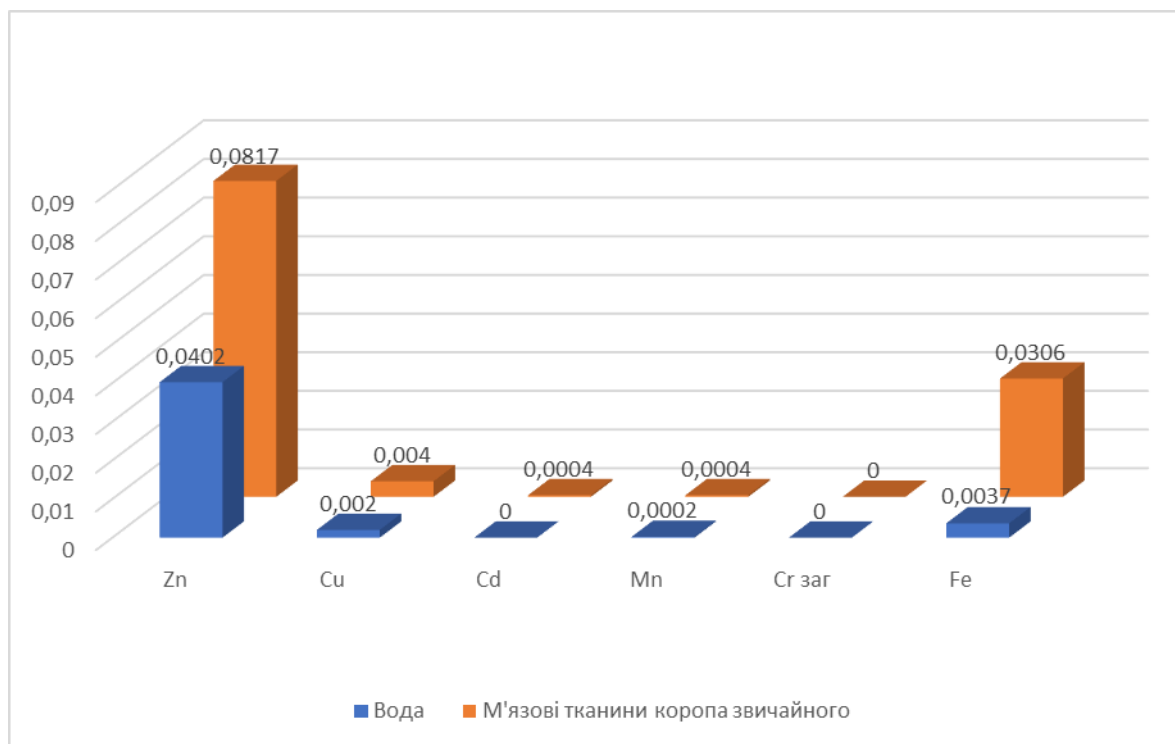


Рис. 3.3 – Порівняння вмісту хімічних елементів у воді та м'язових тканинах коропа звичайного з водойми-охолоджувача ЗАЕС

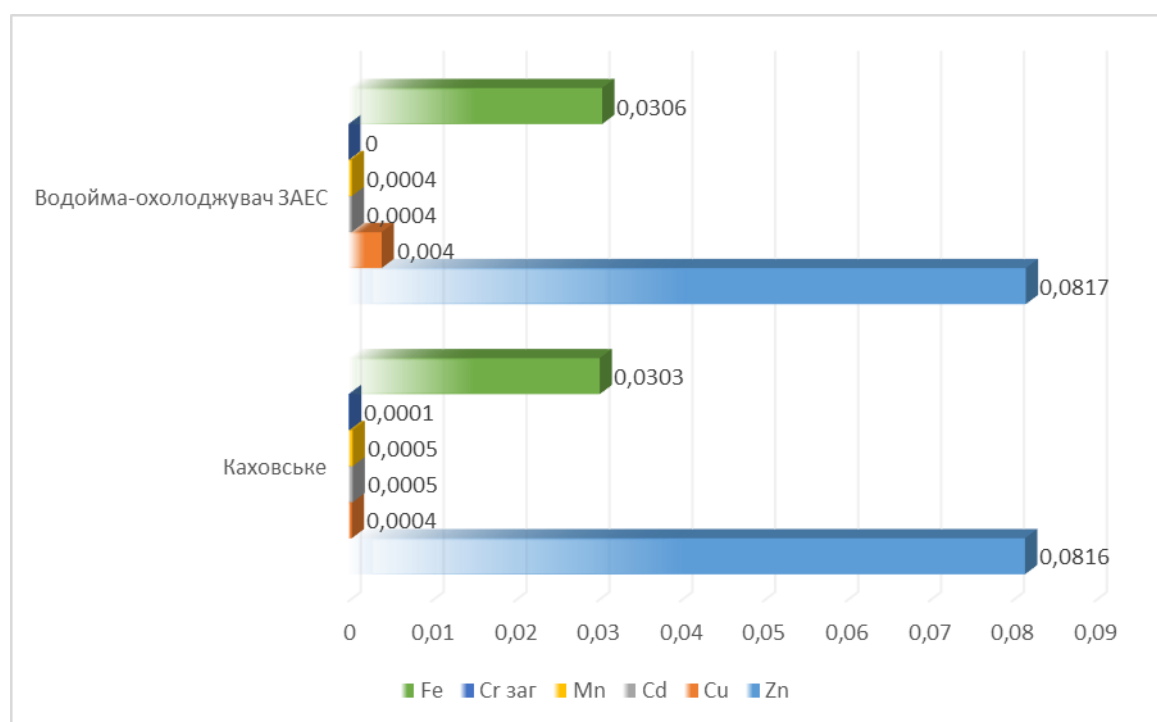


Рис. 3.4 – Вміст важких металів у тканинах коропа звичайного у різних водоймах

З вищенаведених діаграм можна зробити висновок, що теорія накопичення токсичних речовин з водного середовища в організмах водних біоресурсів підтверджується. Хоча концентрація важких металів у м'язових тканинах риб в межах гранично-допустимих норм рибогосподарських водойм, з діаграм прослідковується чіткий прямий зв'язок накопичення Zn та Fe в м'язових тканинах коропа звичайного із водойми-охолоджувача та з Каховського водосховища.

Також в роботі за допомогою коефіцієнтів біоаккумуляції (K) було оцінено накопичувальну здатність водних біоресурсів, які відобразили відношення вмісту хімічного елементу в організмі риби до вмісту його в навколишньому середовищі, а саме у воді у Каховському водосховищі та водоймі-охолоджувачі (формула 3.1) [17]:

$$K = C_X / C_0 \quad (3.1)$$

де C_X – концентрації металу в тканинах риби (мг/кг);

C_0 - концентрації хімічного елемента у воді (мг/кг).

Розраховані коефіцієнти біоаккумуляції токсичних елементів наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Коефіцієнти біоаккумуляції важких металів м'язовими тканинами риб з води Каховського водосховища та водойми-охолоджувача ЗАЕС

Найменування	Zn	Cu	Fe	Cd	Cr заг	Pb	Mn
	Каховське водосховище						
Короп звичайний	1,533	0,2	303	-	-	-	5
	Водойма-охолоджувач ЗАЕС						
Короп звичайний	2,032	-	8,27	-	2	-	2

Відповідно до отриманих розрахункових даних можна сказати, що Mn, Zn та Fe накопичуються у водних біоресурсах найбільше (показники біоаккумуляції найвищі).

3.2 Рекомендації щодо використання отриманих даних

Каховське водосховище має багато екологічних проблем. Зокрема розвиток синьо-зелених водоростей, зміна гідрологічного режиму, забруднення водосховища промисловими та побутовими стоками, скорочення площ нерестовищ тощо.

Водосховище стало причиною деяких негативних явищ, таких як підтоплення земель, деградація малих річок, розмив берегів, підтоплення унікальних природних об'єктів – дніпровських порогів, погіршення якості води загалом.

Шляхи вирішення екологічних проблем Каховського водосховища:

- 1) припинення скиду недостатньо очищених стічних вод, реконструкція очисних споруд;
- 2) проведення комплексу науково-дослідних робіт і водоохоронних заходів з метою попередження негативного впливу на водні об'єкти.

ВИСНОВКИ

1. Екологічні дослідження, які проводились на водних об'єктах, дозволяють виявити особливості формування гідрохімічного режиму і якості води ставка-охолоджувача, одержати вихідну інформацію для прогнозування ступеня можливого впливу його підігрітих вод на екосистему Каховського водосховища.

2. Безперервна продувка ставка-охолоджувача забезпечує стабільний хімічний склад оборотної води АЕС і при випуску в Каховське водосховище задовільняє вимогам, пропонованим до водойм рибогосподарського призначення.

3. Водовипуск зі ставка-охолоджувача й фільтрування води через тіло греблі приводять до незначного теплового забруднення Каховського водосховища. Зона підвищення температури обмежена 500-метровим радіусом від ділянки скидання води [7].

4. При порівнянні результатів лабораторії ЗАЕС та результати аналітичних досліджень проб у лабораторії Навчально-наукового інституту екології можна зробити висновок, що якість води Каховського водосховища в динаміці за 2 років за хімічними показниками зберігає стабільний склад. На відстані 500 м від місця продувки не виявлено жодного токсичного впливу на Каховське водосховище виробничої діяльності Запорізької АЕС. Ніяких підстав для припинення цілорічної продувки ставка-охолоджувача немає.

5. За реакцією водного середовища вода у Каховському водосховищі відноситься до слабо лужної. Вода з водойми-охолоджувача за величиною рН близьиться до граничнодопустимого показника для водойм рибогосподарських та господарсько-побутового значення. Розподіл компонентів карбонатної системи у воді обох водойм близький до рівноважного.

6. Показник CL значно вищий за норму ГДК р/г. Це вказує на забруднення води побутовими або деякими промисловими стічними водами.

7. Відповідно до результатів лабораторного аналізу концентрація важких металів у воді з Каховського водосховища та водойми – охолоджувача в межах гранично-допустимих норм, але можна відмітити більшу концентрацію Zn у воді Каховського водосховища. А концентрація Mn та Fe вища у воді водойми-охолоджувача.

8. Теорія накопичення токсичних речовин з водного середовища в організмах водних біоресурсів підтверджується. Хоча концентрація важких металів у м'язових тканинах риб в межах гранично-допустимих норм рибогосподарських водойм, з діаграм прослідковується чіткий прямий зв'язок накопичення Zn та Fe в м'язових тканинах коропа звичайного із водойми-охолоджувача та з Каховського водосховища.

9. Загалом екологічний стан екосистеми Каховського водосховища залежить від води, що надходить з водойми-охолоджувача Запорізької АЕС. Результати багаторічних спостережень за водними об'єктами в районі розташування ЗАЕС, а саме Каховське водосховище, свідчать про те, що вода ставка-охолоджувача за своїми показниками, в основному відповідає воді Каховського водосховища.

10. За показниками екологічної якості вода та водні біоресурси у Каховському водосховищі в межах гранично-допустимих норм для рибогосподарських та господарсько-побутових показників для водойм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барица Я. Трансграничный диагностический анализ. «ДНЕПР: партнерство во имя возрождения». *Информационный бюллетень Программы ПРООН–ГЕФ Экологического оздоровления бассейна Днестра*. Киев : Си-Джи, 2001. № 1. С. 8–9.
2. Батлук В. А., Макаруч В. Г., Романцом Э. В. и др. Водные ресурсы и пути решения проблемы чистой воды. *Охорона праці та екологія*. 2008. № 1 (13). С. 231–239.
3. Гандзюра В. П. Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами. Київ : ВЛГ «Обрії», 2002. 248 с.
4. Гриб Й. В. Екологічні сукцесії мілководь і придаткової мережі дніпровських водосховищ (типізація, управління). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія*. 2010. № 2 (43). С. 119–123.
5. Гриценко А. В., Васенко О. Г. Основні положення Національного плану дій з екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро. *Вода і водоочисні технології*. 2014. №3. С. 11–15.
6. ДСТУ ISO 5667-6:2009 Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків (ISO 5667-6:2005, IDT). [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009.
7. Звіт з оцінки впливу нерадіаційних факторів ВП ЗАЕС ДП «НАЕК «Енергоатом» на довкілля за 2020 рік. Міністерство енергетики України, 2020. 27 с.
8. Курант В. З., Хоменчук В. О., Бияк В. Я. Шляхи проникнення та вміст важких металів в організмі риби. *Наук. зап. ТНПУ Серія: Біологія*. 2011. № 2 (47). С. 263–269.

9. Линник П. Н. Тяжелые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции : Гидробиологический журнал, 1999. Т. 35. № 1. С. 22–42.

10. Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і продуктів харчування. [Чинний від 1989-08-01]. Міністерство охорони здоров'я СРСР, 1989.

11. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан та ін. Київ : ЛОГОС, 2006. 408 с.

12. Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М. Аналітична хімія поверхневих вод. Київ : Наукова думка, 2007. 455 с.

13. Оксіюк О. П., Давидов О. А., Карпезо Ю. Г. Мікрофітобентос Каховського водосховища в сучасний період. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія*. 2010. № 2 (43). С. 377–379.

14. Про затвердження Інструкції з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу гідрометеорологічними станціями і постами : наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 19.01.2016. № 30.

15. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року : Закон України від 21.12.2010 р. № 2818-VI. Відомості Верховної Ради України. 2011. № 26. Ст. 218.

16. Сандул В. А. Межгосударственная Днепровская конвенция как предпосылка и условие выполнения требований Водной Директивы ЕС и реализация ратифицированных международных конвенций. *Екологія і природокористування*. 2013. Вип. 16. С. 294–298.

17. Сенік, Ю. І., Ляврін. Б. З., Синюк, Ю. В. Транспорт йонів цинку та кадмію через мембрани еритроцитів риб. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2012. Вип. 3 (52). С. 50–54.

18. Торкатюк В. И., Шутенко А. Л., Торкатюк В. И., Александрова Е. Ю. Управление водными ресурсами в Украине. *Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії: Матеріали XV з'їзду гігієністів України*, м. Львів, 20-21 вересня 2012 року. Львів : Друкарня ЛНМУ імені Данила Галицького, 2012. С. 309–310.

ДОДАТКИ

КВАРТАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ У КОНТРОЛЬНИХ ТОЧКАХ СЛУЖБИ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАЕС

Гідрохімічні показники якості води у контрольних точках Служби охорони навколишнього середовища ЗАЕС за березень 2020 року

№ п/п	Контролируемый	Ед. физ. вел.	Утвержденная к сбросу	Точка отбора				
	показатель		концентрация	№1	№3	№4	№7	№19
1	Температура	оС	-	17	6	-	12	6
2	рН	од. рН	6,5 - 8,5	8,5	8,4	-	8,3	8,4
3	Растворенный кислород	мг/дм ³	не < 6,0	8,1	8,6	-	8,2	8,5
4	БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	2,68	2,66	2,62	-	2,7	2,69
5	ХПК	мгО ₂ /дм ³	24,7	24,4	24,5	-	25,1	24,8
6	АПВ	мг/дм ³	0,036	0,036	0,035	-	0,036	0,036
7	Прозрачность	см	—	>31	>31	-	>31	>31
8	Натрий	мг/дм ³	25,4	24,1	24,2	-	23,5	24,5
9	Калий	мг/дм ³	5,2	4,9	4,6	-	4,6	5
10	Кальций	мг/дм ³	56,1	56,1	52,1	-	54,1	56,1
11	Магний	мг/дм ³	19,5	19,46	19,46	-	19,46	18,25
12	Железо общее	мг/дм ³	0,18	0,18	0,17	-	0,19	0,17
13	Медь	мг/дм ³	0,01	0,0097	0,0073	-	0,0074	0,0075
14	Марганец	мг/дм ³	0,019	0,018	0,019	-	0,021	0,019
15	Цинк	мг/дм ³	0,044	0,043	0,042	-	0,044	0,042
16	Никель	мг/дм ³	0,0097	0,0091	0,0064	-	0,0063	0,0069

17	Свинец	мг/дмз	0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002
18	Нитриты	мг/дмз	0,032	<0,030	<0,030	-	<0,030	<0,030
19	Нитраты	мг/дмз	Kvi.45	3,81	3,3	-	2,65	3
20	Азот аммонийный	мг/дмз	0,3	0,23	0,31	-	0,23	0,33
21	Хлориды	мг/дмз	34,4	34,1	35,6	-	35,3	35,2
22	Сульфаты	мг/дмз	60,9	58,7	52,3	-	56,7	55,2
23	Фосфаты	мг/дмз	0,48	0,41	0,3	-	0,38	0,32
24	Нефтепродукты	мг/дмз	0,022	0,021	0,021	-	0,022	0,021
25	Взвешенные в-ва	мг/дмз	5	<5,0	<5,0	-	<5,0	<5,0
26	Минерализация (по сухому остатку)	мг/дмз	403	403	388	-	392	399
27	Морфолин	мг/дмз	0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1
28	Запах, привкус	Бал.	0	0	0	-	0	0
29	Плавающие примеси	отс.	ост.	ост.	ост.	-	ост.	ост.

Гідрохімічні показники якості води у контрольних точках Служби охорони навколишнього середовища ЗАЕС за червень 2020 року

№ п/п	Контролируемый показатель	Ед. физ. вел.	Утвержденная к сбросу концентрация	№1	№3	№4	№7	№19
1	Температура	оС	—	30,3	20	20,5	25,5	20
2	pH	од. pH	6,5 - 8,5	8,5	8,4	8,5	8,4	8,5
3	Растворенный кислород	мг/дмз	не < 6,0	7,9	8,1	8	7,7	8,1

**Гідрохімічні показники якості води у контрольних точках Служби охорони навколишнього середовища ЗАЕС за
вересень 2020 року**

№ п/п	Контролируемый	Ед. физ. вел.	Утвержденная	Точка отбора				
	показатель		к сбросу концентрация	№1	№3	№4	№7	№19
1	Температура	оС	-	29,9	23,5	22,5	25	22,5
2	рН	од. рН	6,5 - 8,5	8,4	8,4	8,4	8,5	8,5
3	Растворенный кислород	мг/дмз	не < 6,0	7,6	7,9	7,8	7,7	7,9
4	БПК ₅	мгО ₂ /дмз	2,68	2,66	2,69	2,69	2,7	2,69
5	ХПК	мгО ₂ /дмз	24,7	24,6	25,3	25,3	25,5	24,9
6	АПАВ	мг/дмз	0,036	0,036	0,036	0,035	0,036	0,035
7	Прозрачность	см	----	>31	>31	>31	>31	>31
8	Натрий	мг/дмз	25,4	25,1	23,9	23,7	24,1	24,3
9	Калий	мг/дмз	5,2	4,6	4,3	4,3	4,5	4,3
10	Кальций	мг/дмз	56,1	56,1	52,6	52,6	54,1	52,1
11	Магний	мг/дмз	19,5	18,25	19,16	19,16	19,46	19,46
12	Железо общее	мг/дмз	0,18	0,12	0,11	0,11	0,16	0,11
13	Медь	мг/дмз	0,01	0,0085	0,0064	0,007	0,0074	0,0062
14	Марганец	мг/дмз	0,019	0,017	0,015	0,016	0,018	0,017
15	Цинк	мг/дмз	0,044	0,044	0,043	0,043	0,044	0,042
16	Никель	мг/дмз	0,0097	0,0073	0,0064	0,0065	0,0069	0,0067
17	Свинец	мг/дмз	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
18	Нитриты	мг/дмз	0,032	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
19	Нитраты	мг/дмз	Кві.45	1,01	0,64	0,63	0,67	0,83
20	Азот аммонийный	мг/дмз	0,3	0,28	0,24	0,24	0,29	0,29

21	Хлориды	мг/дмз	34,4	34,2	36,5	36,2	36,5	37,5
22	Сульфаты	мг/дмз	60,9	54,8	54	53,6	54,1	52,9
23	Фосфаты	мг/дмз	0,48	0,29	0,36	0,33	0,21	0,22
24	Нефтепродукты	мг/дмз	0,022	0,021	0,022	0,022	0,021	0,021
25	Взвешенные вещества	мг/дмз	5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
26	Минерализация (по сухому остатку)	мг/дмз	403	402	387	386	395	387
27	Морфолин	мг/дмз	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,28
28	Запах, привкус	Бал.	0	0	0	0	0	0
29	Плавающие примеси	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.

Гідрохімічні показники якості води у контрольних точках Служби охорони навколишнього середовища ЗАЕС за грудень 2020 року

	Контролируемый показатель	Ед. физ. вел.	Утвержденная к сбросу концентрация	№1	№3	№4	№7	№19
1	Температура	оС	-	20,1	9	О	13	9,5
2	рН	од. рН	6,5 - 8,5	8,4	8,4	Т	8,4	8,4
3	Растворенный кислород	мг/дмз	не < 6,0	7,5	7,8	С	7,6	7,8
4	БПК ₅	мгО ₂ /дмз	2,68	2,68	2,68	У	2,68	2,68
5	ХПК	мгО ₂ /дмз	24,7	24,6	26,5	Т	26,6	26,3
6	АПВ	мг/дмз	0,036	0,036	0,036	С	0,036	0,035
7	Прозрачность	см	-	>31	>31	Т	>31	>31
8	Натрий	мг/дмз	25,4	25,2	24,3	В	24,2	24,2
9	Калий	мг/дмз	5,2	4,8	4,4	У	4,5	4,4

10	Кальций	мг/дмз	56,1	55,6	54,1	Е	54,1	53,1
11	Магний	мг/дмз	19,5	18,55	18,24	Т	19,46	18,85
12	Железо общее	мг/дмз	0,18	0,13	0,14		0,14	0,13
13	Медь	мг/дмз	0,01	0,008	0,0075	Н	0,0078	0,0063
14	Марганец	мг/дмз	0,019	0,018	0,017	А	0,019	0,016
15	Цинк	мг/дмз	0,044	0,044	0,041	В	0,042	0,04
16	Никель	мг/дмз	0,0097	0,0078	0,0063	И	0,0065	0,0065
17	Свинец	мг/дмз	0,002	<0,002	<0,002	Г	<0,002	<0,002
18	Нитриты	мг/дмз	0,032	0,03	<0,030	А	<0,030	<0,030
19	Нитраты	мг/дмз	Кві.45	3,58	2,15	Ц	2,24	2,04
20	Азот аммонийный	мг/дмз	0,3	0,29	0,32	И	0,33	0,3
21	Хлориды	мг/дмз	34,4	34,4	39,1	Я	39,6	38,9
22	Сульфаты	мг/дмз	60,9	55,6	47		47,7	44,9
23	Фосфаты	мг/дмз	0,48	0,3	0,29		0,33	0,29
24	Нефтепродукты	мг/дмз	0,022	0,02	0,02		0,02	0,021
25	Взвешенные вещества	мг/дмз	5	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0
26	Минерализация (по сухому остатку)	мг/дмз	403	403	388		394	388
27	Морфолин	мг/дмз	0,1	<0,1	<0,1		<0,1	0,27
28	Запах, привкус	Бал.	0	0	0	0	0	0
29	Плавающие примеси	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.

Точки відбору проб:

- точка **№1** - вода водойми-охолоджувача в районі розташування шандор;
- точка **№3** - вода Каховського водосховища 500 м нижче за течією на виході з фарватера;
- точка **№4** - вода Каховського водосховища 500 м вище за течією на виході з фарватера;
- точка **№7** - вода скидного каналу Запорізької ТЕС - підпитка водойми-охолоджувача;
- точка **№19** - вода Каховського водосховища вище за течією від розташування енергокомплексу ЗАЕС-ЗаТЕС в районі ЛЕП.