

Міністерство освіти та науки України
Рівненський державний гуманітарний університет
Психолого-природничий факультет
Кафедра екології, географії та туризму

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Лико Д.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“16” грудня 2020 р.

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра

зі спеціальності 014 Середня освіта (Географія)
(код і назва)

**на тему: «Ландшафтно-екологічний аналіз
Каховського водосховища»**

Виконала: студентка II курсу, групи МГ-61

Довжик Юлія Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник доцент кафедри екології, географії та туризму,
кандидат біологічних наук **Суходольська І.Л.**

(підпис)

Рецензент доцент, декан природничо-географічного факультету
Міжнародного економіко-гуманітарного університету ім. акад. С.Дем'янчука,
кандидат географічних наук **Романів А.С.**

(підпис)

Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

Студент _____
(підпис)

Оцінка за результатами захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Оцінка: ЄКТС _____

Рівне – 2020 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО–МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА	5
1.1. Особливості створення Каховського водосховища.....	5
1.2. Причини забруднення Каховського водосховища	8
ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ	13
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	14
2.1. Загальна характеристика Каховського водосховища.....	14
2.2. Видове різноманіття Каховського водосховища	20
2.3. Методика проведення дослідження	23
ВИСНОВКИ ДО 2 РОЗДІЛУ	26
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА	27
3.1. Визначення якості води Каховського водосховища за гідрохімічними показниками	27
3.2. Екологічна оцінка якості води Каховського водосховища.....	42
3.3. Оцінка екологічної стійкості ландшафту	44
3.4. Сучасна промислова іхтіофауна Каховського водосховища.....	46
ВИСНОВКИ ДО 3 РОЗДІЛУ	49
РОЗДІЛ 4. ВИВЧЕННЯ ВОДОСХОВИЩ НА УРОКАХ ГЕОГРАФІЇ У ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.	51
4.1. Зміст курсу географії при вивченні водосховищ у закладах середньої освіти.....	51
4.2. Використання інтерактивних технологій навчання на уроках географії	54
ВИСНОВКИ ДО 4 РОЗДІЛУ	57
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62
ДОДАТКИ.....	67

ВСТУП

Актуальність дослідження. Каховське водосховище – це шосте водосховище Дніпровського каскаду, яке має важливе стратегічне значення для економіки України. Водні ресурси Каховського водосховища використовуються для водопостачання міст, сільських населених пунктів, промисловості, гідроенергетики, зрошення, зволоження земель, судноплавства, рибного господарства, захисту від повеней та у рекреаційних цілях. Інтенсивне використання ресурсів Каховського водосховища призводить до їх виснаження. Крім того, водосховище зазнає посиленого антропогенного тиску внаслідок впливу індустриальних центрів Придніпров'я, що розташовані вище та функціонування потужних підприємств кольорової металургії, коксохімії, енергетики, машинобудування тощо. Тому, вивчення компонентів гідроекосистеми Каховського водосховища дозволяють оцінити негативні зміни з метою розробки компенсаційних заходів для врегулювання ситуації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота відповідає наступним науковим темам «Еколого-географічний моніторинг геосистем Українського Полісся в умовах природно-антропогенних трансформацій» (Державний реєстраційний номер 0119U000510) та «Проблеми збереження біорізноманіття в умовах антропогенного впливу Західного Полісся України» (Державний реєстраційний номер 0116U006016), що виконуються на кафедрі екології, географії та туризму Рівненського державного гуманітарного університету.

Об'єкт дослідження – природні геосистеми Каховського водосховища (Запорізька область).

Предмет дослідження – особливості зміни Каховського водосховища під впливом природних та антропогенних факторів.

Мета дослідження: здійснити ландшафтно-екологічний аналіз Каховського водосховища.

Досягнення мети передбачено вирішення таких завдань:

- проаналізувати основні причини забруднення водосховищ;
- розглянути історичні аспекти вивчення Каховського водосховища;
- розглянути основні особливості Каховського водосховища та видове різноманіття;
- визначити якість води Каховського водосховища за гідрохімічними показниками;
- здійснити екологічну оцінку якості води Каховського водосховища;
- оцінити екологічну стійкість ландшафту;
- проаналізувати сучасну промислову іхтіофауну Каховського водосховища;
- розглянути особливості вивчення водосховищ на уроках географії у закладах середньої освіти.

Методи дослідження:

- фізико-хімічні (важкі метали, рН, вміст розчиненого кисню, БСК₅, ХСК, нітрогену амонійного, нітратів, нітритів, сульфатів, хлоридів, фосфатів, нафтопродукти, сухий залишок, кальцій, магній, кольоровість).

Наукова новизна. Під час дослідження узагальнено якісні та кількісні характеристики екологічного стану Каховського водосховища та розраховано вплив антропогенного навантаження.

Практичне значення. Результати дослідження можуть бути використані при розробці заходів щодо покращення екологічного стану Каховського водосховища, а також при вивченні курсу дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень з географії» та «Гідрологія».

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО–МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

1.1. Особливості створення Каховського водосховища

У 1927 р. розпочалося і у 1975 р. закінчилось повне зарегулювання річкового стоку р. Дніпро 6 гідровузлами Дніпровського каскаду, серед яких нижньою сходинкою є Каховський гідровузол. Будівництво Каховського гідровузла розпочалося у вересні 1950 р. Згідно документів необхідно було забезпечити будівництво:

- зрошувальної системи на 1,5 млн га та ще обводнення 1,7 тис. га земель у південних районах України та північних районах Криму;
- гідроелектростанції на р. Дніпро в районі міста Каховки із встановленою потужністю 250 тис.кВт та виробітком електроенергії біля 1,2 млн кВт*г в середній за водністю рік, греблі, судноплавного шлюзу, водосховища ємкістю 14 млрд м³ та насосної станції;
- Південно-Українського каналу пропускною здатністю 600-650 м³/с дорогою в напрямку від міста Запоріжжя до Сиваша з продовженням його як Північно-Кримський канал до м. Джанкой із загальною довжиною 550 км;
- греблі з водосховищем ємкістю 6 млрд м³ на р. Молочній біля м.Мелітополя;
- каналу довжиною 60 км трасою Асканія Нова – Каховка, який з'єднував Південно – Український канал з Каховським водосховищем;
- великих відвідних зрошувальних каналів загальною довжиною біля 300 км;
- здійснити зрошення в Херсонській, Запорізькій, Миколаївській і Дніпропетровській областях 1,2 млн га земель, в т.ч. 500 тис.га самоплином і 700 тис.га з механічною подачою, а в північних районах Криму 300 тис.га, в т.ч. 200 тис.га самоплином і 100 тис.га з механічною подачою;
- створити захисні лісові насадження в південних степових районах України та в зонах споруджених каналів [27; 30].

У нормативних документах, які визначали особливості будування Каховського гідровузла, зазначено, що метою його створення є забезпечення високих врожаїв сільськогосподарських культур у посушливих районах, збільшення виробництва хлопку та пшениці, розвитку високопродуктивного тваринництва та одержання екологічно чистої гідроелектроенергії. Однак, основною метою вважають впровадження практики вирощування бавовни. Для розвитку даної промисловості у м. Херсоні був побудований завод переробки хлопку, який довго працював з використанням сировини, що привозилася із закордону. Сьогодні науковці розглядають каскад як водний бар'єр на випадок військового конфлікту [27; 30].

У 1955 р. відбувся пуск першого гідроагрегату, а в жовтні 1956 р. введено в експлуатацію останній, шостий гідроагрегат Каховської ГЕС [30].

Водосховище здійснює сезонне регулювання стоку. Повна та корисна ємкість водосховища – 18,2 і 6,8 км³. Площа водосховища (при НПР = 16 м) – 2155 км², довжина – 230 км, максимальна і середня ширина 25 і 9,3 км, максимальна і середня глибина – 24 і 8,4 м. Площа затоплення сільськогосподарських угідь – 41,2 тис. га. Водозахисні споруди Каховського водосховища: Нікольська дамба – 3,81 км, Кам'янська дамба – 8,6 км, Знам'янська дамба – 7,2 км, Білозірська дамба – 1,64 км, дамба № 8 – 3,87 км, дамби № 2,4,5 – 0,7; 4,8; 2,8 км, споруда № 6 – 0,34 км [7].

На Каховському водосховищі розміщені водозабори великих комплексних каналів, які входять до Каховського ВГК: Дніпро – Кривий Ріг, Верхнє-Рогачинський, Каховський, Північно-Кримський. Загальна витрата водозаборів тільки цих каналів досягає 900 м³/с [30].

Аналізуючи розміщення гідровузла Е.А. Роман зазначає, що потрібно було будували дещо вище за течією, це дозволило б зберегти близько 100 тис. га із 257 тис. га затоплених водосховищем плавнів Запорізької та Дніпропетровської областей, а також частину із 27 затоплених селищ [33].

Доцільність створення Каховського гідровузла та всього Дніпровського каскаду розглядають з двох протилежних сторін. Зокрема одні дослідники

віддають перевагу природному, самовідтворюваному, самооновлюваному і саморегульованому стану екосистеми Дніпра, а інші – реальним можливостям каскаду водосховищ з їх постійною реконструкцією, витрачанням значних фінансових ресурсів, з негативним впливом на навколишнє природне середовище [6; 30].

Під час використання Каховського водосховища та каскаду ГЕС вартість виробленої екологічно чистої електроенергії виявилася у 6–30 разів менше від вартості їх утримання. Крім того, після затоплення Каховського водосховища, як було передбачено, до проектної відмітки, рівень підґрунтових вод піднявся і вони затопили в цьому районі рудники і шахти. Для вирішення проблеми було побудовано потужні насосні станції, які при роботі використовують електроенергію Каховської ГЕС [30].

Після створення водосховища значно змінюється гідрологічний режим водотоку, взагалі збільшується глибина, зменшується швидкість течії, особливо влітку [33].

Після створення водосховища у береговій зоні розвинулись просадочні явища льосовидних товщ на площі 200 га, зсувні явища, переформування берегів. Загальна довжина порушених зсувами берегів Каховського водосховища становить біля 30 км. Внаслідок переробки берегів Каховського водосховища втрачено 2664 га земель (вт.ч.326 га–орні) а всього втрачених земель по водосховищу – 3440 га. Максимальна інтенсивність переробки берегів 15 м/рік, середня – 1,1 м/рік, максимальна ширина зони переробки 307 м, середня – 105 м. При довжині берегової лінії водосховища у 800 км, 369 км із них – зруйновані 29].

У перші роки існування Каховського водосховища швидкість розмиву берегів становила 7,5 м/рік, а кожну весну з гектара ріллі у водосховище змивалося до 10 т ґрунту. Протягом останніх 35 років у водосховища каскаду потрапило 337 млн м³ ґрунту [1].

Каховське водосховище дуже замулене (понад 82% акваторії), товщина донних відкладів коливається в межах від 0,1 м до 1 м (в середньому по

акваторії 0,19 м). У донних відкладах дуже велика кількість органічних речовин, важких металів та радіонуклідів [38].

Є.В. Обухов зазначає, що із сімнадцяти максимальних питомих показників деформацій берегів каскаду водосховищ сім належить саме Каховському водосховищу [29].

На даний час ширина зон впливу Каховського водосховища на рівні ґрунтових вод становить: у верхній його частині – 1,0-1,5 км; у середній – 3,5-4,0 км; у нижній – 20-25 км. Усі водосховища Дніпровського каскаду за розвитком процесів підтоплення прилеглих земель з 90-х років минулого століття знаходяться на другій стадії – стабілізації (вирівнювання) рівнів ґрунтових вод. В умовах майже сформованого підпору ґрунтових вод підтоплення залежить від кількості атмосферних опадів і коливається за сезонами року (фазохарактерними періодами) і протягом років з різною водністю [10].

Побудоване водосховище спричинило низку змін екосистем, що проявляються у виникненні мілководь, руйнуванні берегів, підтопленні земель та забрудненні. Оскільки Каховське водосховище акумулює не лише запаси води, але й усі забруднення, які надходять із площі водозабору.

1.2. Причини забруднення Каховського водосховища

Дніпро є основним джерелом водопостачання в Україні, водозбір з становить близько 60% від загального показника країни. Найбільшим джерелами водозабору є каскад Дніпровських водосховищ (80% всього водозабору по басейну). Найбільше води забирається з Каховського водосховища (2881 млн. м³ у 2017 р.). З Каховського водосховища значна частина води забирається безповоротно і передається за межі басейну Дніпра [23].

Усі водосховища Дніпровського каскаду мають комплексне призначення та використовуються для водозабезпечення населених пунктів,

промисловості, комунального, сільського господарства, гідроенергетики та інших цілей. Враховуючи позитивне і негативне значення створення Каховського водосховища проводяться дослідження, які дозволяють оцінити його стан та здійснити комплекс заходів, які необхідні для покращення стану водосховища.

Одним із основних джерел забруднення, що надходять до верхньої річкової ділянки водосховища, є численні промислові підприємства, які здійснюють скид стічних вод у міську каналізаційну систему та стоки малих річок. Головними забруднювачами водойми є підприємства кольорової металургії, коксохімії, енергетики та важкого машинобудування [8].

До підприємств-водокористувачів та підприємств-забруднювачів систематизовано за водогосподарськими ділянками Каховського водосховища (305-92 км) та пониззя р. Дніпро (92-41 км) відносять:

I. Запорізька ГЕС – м. Запоріжжя (305-290 км);

II. м. Запоріжжя – м. Марганець (290-240 км);

III. м. Марганець – м. Нікополь (240-210 км);

IV. м. Нікополь – м. Берислав (210-105 км);

V. м. Берислав – м. Нова Каховка (105-92 км).

р. Дніпро VI. м. Нова Каховка – м. Херсон (92-41 км) [2].

І.А. Шевченком наведені сучасні підходи до визначення параметрів Каховського водосховища. Особливістю даного водосховища є порівняно невелике поширення островів та дуже значні глибини, що призводить до обмеження можливості заростання водосховища на окремих ділянках повітряно-водною рослинністю. Згідно проведених розрахунків площа Каховського водосховища з урахуванням островів у межах акваторії становить 2114,26 км², без островів – 2086,87 км² [41].

А.В. Курейшевич, Г.А. Піднебесна та В.С. Степашко провели аналіз залежності вмісту хлорофілу а у фітопланктоні Каховського водосховища від сукупної дії факторів засобами множинної регресії. Серед усіх проаналізованих факторів (концентрація неорганічного розчиненого

нітрогену, фосфору, відношення N/P, температура води, стік води через турбіни ГЕС, сумарна сонячна радіація) виявлено найбільш тісний зв'язок між вмістом хлорофілу та концентрацією нітрогену, а найменш тісний – з концентрацією фосфору [17].

За складом водоростей-індикаторів ступінь забруднення більшості ділянок Каховського водосховища відноситься до β - α -мезосапробної зони (індекс сапробності у 2010-2012 роках коливався від 1,94 до 2,73), що характеризує воду водосховища як «помірно забруднену». Однак, за середньою чисельністю фітопланктону вода Каховського водосховища відносяться до полі-гіпертрофних, що є суттєвим компонентом екологічного ризику [2].

К.О. Домбровським детально проаналізовані особливості сезонної динаміки та видовий склад макрозообентосу літоралі верхів'я Каховського водосховища. Автором опрацьовано понад 400 проб макрозообентосу (1997–2009 рр.) та виявлено 129 видів та форм донних безхребетних. Найбільшим видовим багатством характеризуються черевоногі молюски (18 видів), на другому місці личинки бабок (16 видів), на третьому – твердокрилі (12 видів). Наступну позицію займали напівтвердокрилі, олігохети, личинки волохокрильців, личинки хірономід, гамариди, п'явки, двостулкові молюски, личинки одноденок, водяні кліщі. Мізид, водяних павуків, личинок мокреців та кровосисних комарів знайдено по два види, інші безхребетні представлені по одному виду відповідно [9].

В.І. Мальцев зазначає, що за гідробіологічним, гідрологічним та гідрохімічним режимом мілководні ділянки Каховського водосховища значно відрізняються від глибоководних, а ділянки, які заростають вищою водною рослинністю, суттєво відрізняються від таких, що не заростають – відкритих ділянок. Ці відмінності виражаються в тому, що дія одних факторів тут послаблюється або зникає зовсім (освітлюваність, температура), а дія інших факторів посилюється або змінюється (вміст розчиненого кисню і вуглекислого газу у воді) [9; 20].

За дослідженнями авторів [38] основними причинами щорічних заморів риби у Каховському водосховищі під час підвищення температури води до 30–32⁰С є надмірне накопичення органічних речовин у воді та донних відкладах в умовах низького водообміну (2–3 рази на рік). Крім того у Каховському водосховищі в літній період відмічається висока біомаса фітопланктону (до 46 г/м³), що обумовлено розвитком синьо-зеленої водорості *Microcystis* і свідчить про високу евтрофікацію водоймища.

За проведеними гідроекологічними дослідженнями у 2010 р. вміст важких металів, за виключенням купруму та мангану, у воді Каховського водосховища не перевищував ГДК для рибогосподарських водойм. Вміст купруму та мангану протягом усього періоду дослідження перевищував ГДК у 2–3 рази [38].

У Каховське водосховище ззовні (алохтонні наноси) надходить щорічно в середньому 500 тис. тонн седиментів. У самому водосховищі (автохтонні наноси) утворюється 21700 тис. тонн седиментів. Затримується в водосховищі 99,5 % наносів, тобто скидається всього 0,5 % або 111 тис. тонн. При побутовій нормі рідкого стоку 1340 м³/с (1956-2011 рр.) середня багатолітня каламутність води, що скидається із водосховища, становить біля 3 г/м (за рахунок мінеральної складової) [2].

Протяжність захищених берегів на Каховському водосховищі – близько 205 км (26% периметру), близько 30% периметру це стійкі, стабілізовані, нейтральні, акумулятивні береги, які не потребують захисту, і решта 44% можуть потребувати укріплення за певних режимів експлуатації [2].

Вміст забруднюючих речовин (нафтопродукти, СПАР, важкі метали), що потрапляють у поверхневі води внаслідок антропогенної діяльності, в басейні Каховського водосховища та нижнього Дніпра зазнає незначних змін впродовж року. Нафтопродукти потрапляють у поверхневі води внаслідок змивання з поверхні водозабору і їх кількість становить 0–0,03 мг/дм³ [2].

У Каховському водосховищі в районі Нової Каховки у 2014 році значення концентрацій стронцію-90 і цезію-137 у середньому за півроку

становили 26 та 0,40 Бк/м³ відповідно (у 2013 році аналогічні показники становили 29 та 0,43 Бк/м) [2].

С.С. Дубняк розглядає актуальні проблеми підтоплення та затоплення прибережних земель Дніпровського каскаду водосховищ. Автор зазначає, що затоплення, підтоплення прибережних земель водосховищ, заболочення та заростання їх берегів викликають трансформацію земель, деградацію рослинного, тваринного світу, відмирання та загнивання рослинних решток, заболочування і евтрофікацію акваторій, загрожують населеним пунктам та народногосподарським об'єктам, обмежують можливості рекреаційного використання водосховищ. Для покращення екологічної ситуації на прибережних територіях дніпровських водосховищ і мінімізації їх впливу на підтоплення прилеглих земель доцільно здійснити заходи спрямовані на захист 47754 га підтоплених земель на 11 незахищених масивах та реконструювати дренажну мережу на 5 захищених масивах [10].

ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ

Будівництво Каховського гідровузла розпочалося у 1950 р. У нормативних документах, які визначали особливості будування Каховського гідровузла, зазначено, що метою його створення є забезпечення високих врожаїв сільськогосподарських культур у посушливих районах, збільшення виробництва хлопку та пшениці, розвитку високопродуктивного тваринництва та одержання екологічно чистої гідроелектроенергії. Однак, основною метою вважають впровадження практики вирощування бавовни.

Водні ресурси Каховського водосховища використовуються для водопостачання міст, сільських населених пунктів, промисловості, гідроенергетики, зрошення, зволоження земель, судноплавства, рибного господарства, захисту від повеней та у рекреаційних цілях.

Водосховище здійснює сезонне регулювання стоку. Повна та корисна ємкість водосховища – 18,2 і 6,8 км³. На Каховському водосховищі розміщені водозабори великих комплексних каналів, які входять до Каховського ВГК: Дніпро – Кривий Ріг, Верхнє-Рогачинський, Каховський, Північно-Кримський.

Головними забруднювачами Каховського водосховища є підприємства кольорової металургії, коксохімії, енергетики та машинобудування.

Каховське водосховище спричинило низку змін екосистем, що проявляються у виникненні мілководь, руйнуванні берегів, підтопленні земель та забрудненні.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика Каховського водосховища

Каховське водосховище створено у 1955–1958 рр. на Дніпрі при будівництві Каховської ГЕС з метою одержання електроенергії, забезпечення водопостачання міст і промислових підприємств, зрошення, розвитку рибного господарства. Каховське водосховище є найнижчим у каскаді дніпровських водосховищ. Розмішене водосховище у степовій зоні [38].

Розташоване Каховське водосховище в межах територій Запорізької, Дніпропетровської та Херсонської областей. Загальна площа водосховища становить 2155 км². Довжина Каховського водосховища – 230 км, довжина берегової лінії – 896 км, середня ширина водойми – 9,4 км, середня глибина – 8,5 м (максимальна глибина біля греблі близько 36 м) [38].

Максимальна глибина біля греблі близько 36 м. У межах міста Запоріжжя Каховське водосховище відноситься до категорії господарсько-побутового призначення, а за межами міста – до II категорії водойм рибогосподарського призначення. Каховське водосховище найбільший водозабірний вузол Дніпровського каскаду, він виступає джерелом питного водопостачання міст Нікополь, Марганець, Орджонікідзе, а також населених пунктів Херсонської області та АР Крим. Звідси вода відбирається в найбільші канали не лише України, а й Європи – Північнокримський канал (295 м³/с), Каховський (350 м³/с), насосні станції Північнорогачинської (55,5м³/с), Верхньотарасовської (13,5м³/с) та Нікопольської (6,5м³/с) зрошувальних систем. Сумарний об'єм водозабору з водосховища перевищує 900 м³ /с, що значно більше витрат Дніпра в створі гідровузла в маловодні роки. З промислових об'єктів найбільшими споживачами води є Запорізька ГРЕС (133 м³/с) і канал Дніпро-Кривий Ріг (35м³/с). Каховському водосховищу властива найменша у каскаді дніпровських водосховищ проточність (не більше 1,6–1,8 см/с), водообмін не перевищує 2–3 рази протягом року. У зв'язку з цим та внаслідок морфометрії, водосховище є

дуже замуленим, товщина донних відкладів коливається в межах від 0,1 м до 1 м (в середньому по акваторії 0,19 м) [38].

Каховське водосховище – шоста сходинка Дніпровського каскаду – здійснює сезонне та частково багаторічне регулювання стоку з коливанням рівнів у межах 3 м. Площа водозбору – 482000 км². Середньобагаторічний стік – 52,2 км³. Повна та корисна ємність водосховища – 18,2 і 6,8 км³. Площа дзеркала водосховища – 2155 км², довжина його 230 км, максимальна та середня глибина – 36 і 8,4 м, максимальний статичний напір – 16,5 м, розрахунковий – 15 м, мінімальний – 8,9 м. Встановлена потужність при розрахунковому напорі – 351 МВт. Середньорічний виробіток енергії – 1420 млн кВт·год. Використовується для енергетики, водопостачання, зрошення, судноплавства, рибного господарства [28; 29; 31].

Береги водосховища високі, складені в основному із суглинків, безлісі, порізані глибокими ярами та долинами мілких степових річок, які сьогодні стали його затоками.

У водосховищі виділяють п'ять ділянок (рис. 2.1). Перша ділянка від м. Н.Каховка до с.Бабіно – пригреблева, найбільш глибока зона шириною 5–6 км, глибиною від 13 до 25 м, а інколи і 32 м. Площа першої ділянки – 495 км². Друга ділянка від с. Бабіно до м. Нікополь шириною 8–15 км, переважні глибини – 10–12 м. Площа другої ділянки – 532 км². Третя ділянка від м. Нікополь до с. В. Тарасівка шириною від 8 до 16 км з глибинами 8–10 м. Площа третьої ділянки – 365 км². Гідрологічний режим другої та третьої ділянок – перехідний від річкового до озероподібного. Четверта ділянка від с. Благовіщенка до с. Плавні – заплавна, відокремлена від руслової – п'ятої ділянки – піщаним пасмом і має вигляд мілководного озера з переважними глибинами 3–5 м, а також велика площа і з глибинами 1 м. Це район бувших Кінських заплав.

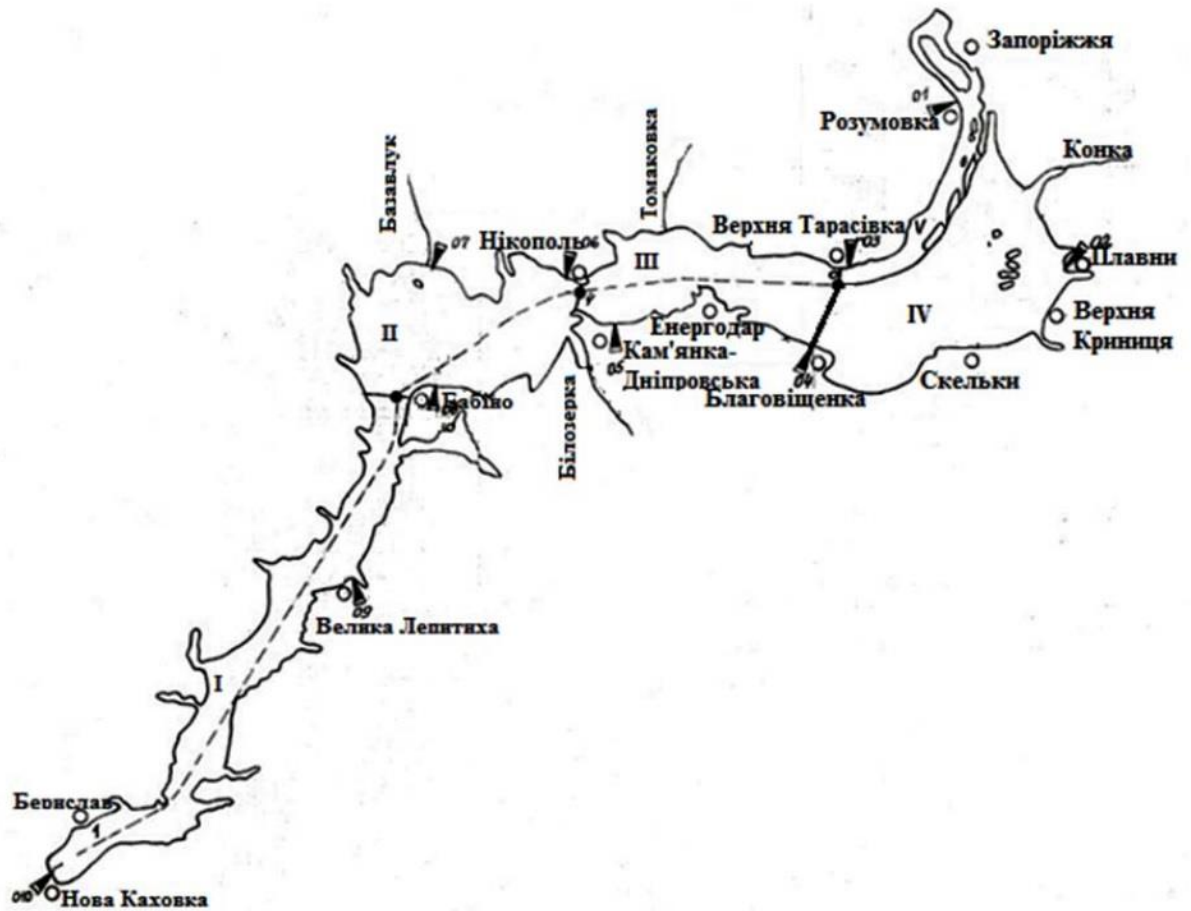


Рис. 2.1. Каховське водосховище та його ділянки [31]

Площа четвертої ділянки – 690 км². Руслова – п'ята – ділянка розташована від с. В. Тарасівка до с. Розумовка. Площа п'ятої ділянки 73 км² [31].

Каховське водосховище має найбільший повний об'єм серед Дніпровських водосховищ – 18,18 км³ та другий (після Кременчуцького) корисний об'єм – 6,78 км³. Площа водної поверхні водосховища – 2155 км² є другою в каскаді. Довжина водосховища по вісі становить 230 км, максимальна ширина – до 25,0 км, середня – 9,3 км. Середня глибина водосховища при НПР становить 8,5 м; максимальна – 24,0 м. Розрахунковий напір – 16,5 м. Мінералізація води 253–433 мг/дм³. Воно здійснює річне регулювання стоку [4].

Таблиця 2.1

Загальна характеристика Каховського водосховища [12]

Показники	Каховське водосховище
Роки заповнення	1955-1956
НПР, м	16,0
Площа, тис.га	215
Об'єми, км ³ : повні	18,20
корисні	6,8
Глибини, м: максимальні	32
середні	8,4
Водообміни протягом року	2-3
Площі мілководь (до 2 м), %	5
Спрацювання рівнів, м	3,0-4,0
Довжини берегових ліній, км	896
Дамби та берегокріплення, км	206,7

Течія сильно виражена в період водопілля. Швидкість течії зменшується від вершини водосховища до греблі від 0,6-0,8 до 0,01-0,08 м/с. Вітрові течії виражені слабо. Найбільша висота хвиль від 1 до 2,5-3 м. Рівень води у водосховищі майже постійний. Вода весною прогрівається по всій території нерівномірно: у мілководній частині раніше і інтенсивніше. Коливання температури води у прибережних частинах водосховища (глибина до 0,5 м) досягає 8⁰С, а у відкритих частинах з глибинами до 3 м - до 4⁰С [30].

Каховському водосховищу властива найменша у каскаді дніпровських водосховищ проточність (не більше 1,6 см/с), водообмін не перевищує 2–3 разів протягом року. У зв'язку з цим та внаслідок складної морфометрії водосховище є дуже замуленим (понад 80% акваторії), середня товщина мулу досягає 0,18 м (при найбільшій товщині 1,0 м). У межах Дніпропетровської області розташована північна зона середньої частини водосховища, яка тягнеться понад 140 км. З Каховським водосховищем межують Томаківський, Нікопольський та Апостолівський райони Дніпропетровщини. Береги Каховського водосховища високі, порізані ярами та долинами степових річок, які стали глибокими затоками. Найбільші з них –

у південній. На ділянках з високим рівнем ґрунтових вод прокладено дренажні системи [23].

З метою збереження унікальних природних ландшафтів та біорізноманіття заповідника «Асканія-Нова» довкола нього створено охоронну зону завширшки 2 км і споруджено вертикальний дренаж по всьому контуру заповідника [23].

Розподіл води з Каховського водосховища по всьому зрошувальному масиву забезпечують три канали (головний Каховський протяжністю 130 км, Сірогозький – 114 і Чаплинський – 42 км) та система міжгосподарських розподільних каналів. Міжгосподарська мережа виконана відкритими каналами із застосуванням протифільтраційних ґрунто- і бетоноплівкових екранів для відведення дренажу, поверхневих та скидних вод до акумулюючих водоймищ; побудов. скидні канали завдовжки майже 160 км [23].

У прибережній зоні Каховського водосховища розміщено чотири захищені масиви: «Кам'янський Під», «Східний район марганцевих родовищ», «Захист м. Нікополя» та «Західний район марганцевих родовищ».

Масив «Кам'янський Під» є найбільшим за площею та становить 6,7 тис. га. Розташований на лівому березі Каховського водосховища в межах Кам'янсько-Дніпровського району Запорізької області. Масив «Східний район марганцевих родовищ» має площу 2,34 тис. га. Масив захищений трьома дамбами загальною довжиною 8,3 км. Масив «Захист м. Нікополя» має площу 141 га. Захищений масив «Західний район марганцевих родовищ» розташований у прибережній смузі Каховського водосховища у гирлі р. Базавлук, а його площа становить 6,82 тис. га [23].

Безпосередньо у Каховське водосховище впадають невеликі степові річки: Конка (лів. бер., площа водозбору $P = 2580 \text{ км}^2$), Томаківка (прав. бер., $P = 1020 \text{ км}^2$), Білозірка (лів. бер., $P = 1430 \text{ км}^2$), Базавлук (прав. бер., $P = 4200 \text{ км}^2$) [14].

Процес льодоутворення на Каховському водосховищі розповсюджується з верхнього озеровидного плеса на нижні акваторії і протікає повільно, в середньому від двох до трьох тижнів. При стійких морозах і слабкому вітрі замерзання плеса відбувається впродовж від одного до двох днів, при нестійкій погоді (при сильних вітрах і слабких морозах) – від п'яти до восьми днів. При цьому утворюються різноманітні форми: льодяні поля, крупно і мілко битий лід, блінчатий лід, льодяна каша, шуга і торосистий лід. Льодостав на водосховищі встановлюється впродовж грудня і триває на пригреблевій акваторії в середньому близько двох місяців. У 9% зим тут суцільний льодостав не утворюється. Найбільша тривалість льодоставу 100 днів [2].

2.2. Видове різноманіття Каховського водосховища

Рослинність найбільш розвинута на верхній ділянці Каховського водосховища [30].

Рослинний покрив водосховища на сучасному етапі розвитку займає близько 7 тис. га та представлений формаціями *Phragmitetum ausralis*, *Typhetun angustifolium*, *Typhetun latifolium*, *Scirpetum lacustris*, *Scirpetum tabernaemontani*, *Potametum perfoliatus*, *P. lucentis*, *P. pectinati*, *Myriophylletum spicati*, *Ceratophylletum demersi*, *Salvinietum natantis*. У верхній частині водосховища в районі Великих Кучугур, а також в затоці біля м. Енергодар великі площі займають сплавини рогозу вузьколистного та очерету звичайного. На мілководдях розповсюджені угруповання занурених видів макрофітів (*Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*) [2].

Середньорічна біомаса фітопланктону Каховського водосховища в літній період оцінена в 9,1 г/м³. Домінували синьо-зелені, діатомові (*Melosira granulata*, *M. islandica*) та зелені (вольвоксові) водорості [32]. За складом водоростей-індикаторів ступінь забруднення більшості ділянок Каховського

водосховища відноситься до α -мезосапробної зони (індекс сапробності коливався від 1,94 до 2,73), що характеризує воду водосховища як помірно забруднену. У той же час за середньою 3-34 чисельністю фітопланктону води Каховського водосховища відносяться до полі-гіпертрофних, що є суттєвим компонентом екологічного ризику [14].

Середньорічна біомаса зоопланктону становила 0,93 г/м³. Домінували гіллястовусі ракоподібні (в основному за рахунок *Bosmina longirostris*, *B. coregoni*, *Chidorus sphaericus*) веслоногі рачки (зокрема, представники роду *Diaptomus*) та велігери дрейссени. Коловертки, представлені переважно видами *Asplanchna sieboldii* та *Keratella hiemalis* традиційно формували незначну частку біомаси зоопланктону [32].

Домінуючою групою організмів серед «м'якого бентосу» були представники придонних ракоподібних (*Pontogammarus*, *Dikerogammarus*, *Asellus*). Серед комах основними формами були представники родин родини *Chironomidae*, *Tipulidae*. Інші групи «м'якого» бентосу організмів значної ролі для живлення бентофагів не відіграють, зважаючи на їх незначну кількість та біомасу. Середньовегетаційна біомаса «м'якого» зообентосу становить 7,65 г/м² [32].

У Каховському водосховищі серед усіх видів риб до охоронних категорій віднесено: *зниклі* (16 видів) – мінога українська, білуга чорноморська, шип, стерлядь, осетер чорноморсько-азовський, севрюга чорноморська, лосось чорноморський, вирезуб, бобирець дніпровський, усач дніпровський, шемадя дунайська, клепець, синець, вугор річний, йорж донський (носар) і бичок пуголовочка; *зникаючі* (3 види) – ялець, головень і підуст звичайний; *вразливі* (6 видів) – оселедець чорноморсько-азовський, пузанок чорноморсько-азовський, рибець звичайний, судак волзький (берш), білизна, чехоня; *рідкісні* (1 вид) – перкаріна; *невизначені* (2 види) – в'юн, миньок [42; 43].

Загальна іхтіомаса промислових видів риб Каховського водосховища (без урахуванням інтродуцентів) станом на 2019 рік оцінена у 92,6 кг/га, в

тому числі: бентофаги – 27,7 кг/га; зоопланктофаги – 45,1 кг/га, хижаки – 3,2 кг/га [32].

У Каховському водосховищі кількість бактеріопланктону коливається у межах 1,13–2,45 млн. кл./мл при біомасі 0,57–1,12 г/м³, без суттєвих змін за сезонами року. Найбільша концентрація бактерій відмічалася в населених пунктах, а також по балках, що свідчить про забруднення водойми. Вміст сапрофітних бактерій змінювався від 0,02 до 16,2 тис. кл./мл впродовж вегетації. Зростання кількості цих бактерій спостерігалось в районі промислових міст – Енергодара, Нікополя (2,5 тис. кл./мл) та Запоріжжя (11,3–14,2 тис. кл./мл) [2].

2.3. Методика приведення дослідження

Для оцінювання стану води Каховського водосховища використовували результати моніторингу поверхневих вод, виконаних Басейновим управлінням водних ресурсів річок Приазов'я. Контрольний створ спостережень, що аналізували на території Запорізької області: створ 1 – Каховське водосховище, м. Енергодар (рис. 2.2).

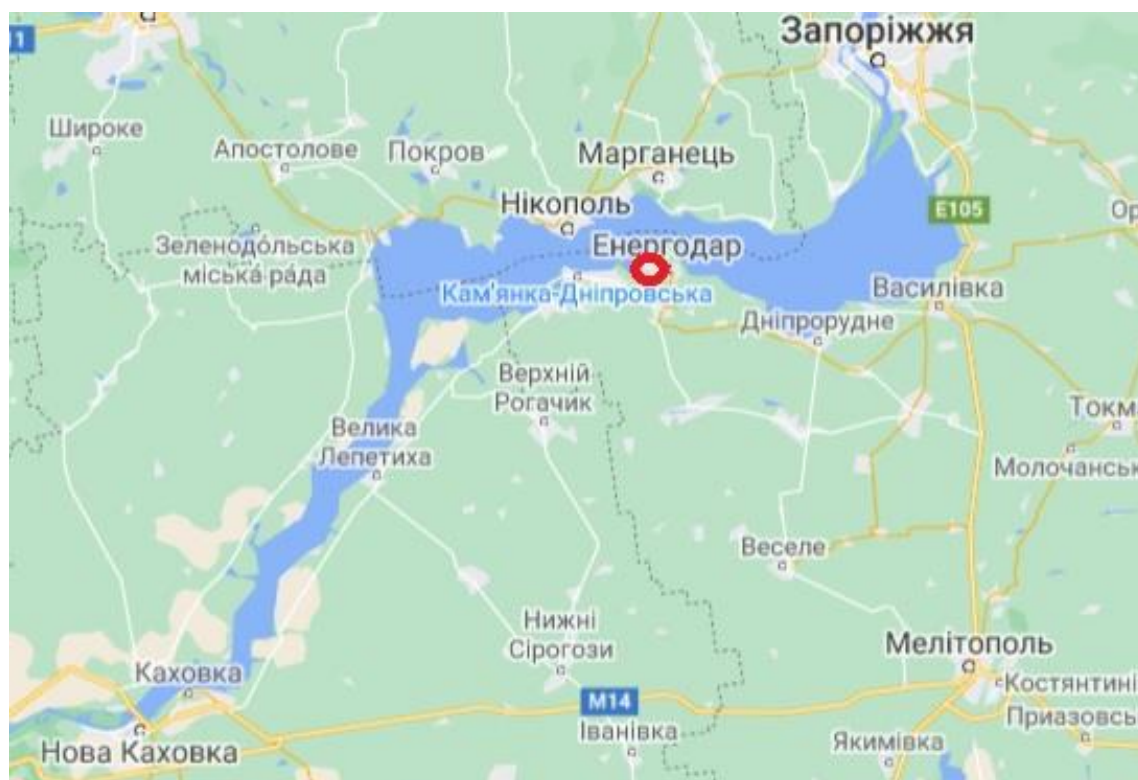


Рис. 2.1. Контрольний створ спостережень: Каховського водосховища м. Енергодар (Запорізька область)

Екологічна оцінка якості води. Екологічну оцінку якості води Каховського водосховища проведено згідно з методикою КНД 211.1.4.010-94 [11]. Якість води Каховського водосховища оцінювали за результатами досліджень у пункті спостереження м. Енергодар.

Розрахунок здійснювали за формулою:

$$I_e = (I_a + I_b + I_c) / 3$$

де, I_a – блок сольового складу;

Iв – блок трофо-сапробіологічного складу;

Iс – специфічних показників токсичної дії.

Визначення класів і категорій якості вод для показників блоку сольового складу, трофо-сапробіологічного та специфічних показників токсичної дії проводили з урахуванням значення середніх та максимальних значень. Отримані значення співставляли з відповідними критеріями.

Коефіцієнт екологічної стабільності ландшафту (КЕСЛ) [15] здійснено шляхом співставленні площ, які зайняті різними елементами ландшафту. При визначенні *коефіцієнту екологічної стабільності ландшафту* врахували позитивні та негативні впливи на навколишнє середовище. Згідно методики коефіцієнт екологічної стабілізації виражається співвідношенням:

$$КЕСЛ_1 = \sum_{i=1}^n F_{ст} / \sum_{i=1}^n F_{нст}$$

де: F_{ст} – площі, що зайняті сільськогосподарськими культурами й рослинними угрупованнями, які мають позитивний вплив на ландшафт (ліси, зелені насадження, природні луки, заповідники, заказники, орні землі, що використовуються для вирощування багаторічних трав: конюшини, люцерни, трав'яних сумішей та ін.); F_{нст} – площі, що зайняті нестабільними елементами ландшафту (рілля, землі з нестійким трав'яним покривом, землі під забудовою та автомагістралями, замулені, ділянки видобування корисних копалин, інші ділянки земель, які мають посилений антропогенний вплив).

За допомогою розрахованих значень КЕСЛ ландшафт можна характеризувати наступним чином:

- нестабільний, з яскраво вираженою нестабільністю (КЕСЛ₁ ≤ 0,5);
- нестабільний (КЕСЛ₁ = 0,51–1,0);
- умовно стабільний (КЕСЛ₁ = 1,0–3,0);
- стабільний (КЕСЛ₁ = 3,01–4,5);

– стабільний, з чітко вираженою стабільністю ($\text{КЕСЛ}_1 > 4,5$).

При визначенні коефіцієнту екологічної стійкості ландшафту (КЕСЛ) Каховського водосховища згідно методики виокремлено стабільні та нестабільні елементи ландшафту. До нестабільних відносили землі під забудовою, під рілля, землі без рослинного покриву. До стабільних відносили території, що зайняті лісами, лісосмугами, болотами та заболоченими землями, луками, пасовищами та сінокосами тощо. Розраховували відношення площ стабільних до нестабільних елементів ландшафту.

Оцінювання сучасної промислової іхтіофауни Каховського водосховища здійснювали з використанням даних Державного агентства рибного господарства України (Держрибагентство).

ВИСНОВКИ ДО 2 РОЗДІЛУ

Розташоване Каховське водосховище в межах територій Запорізької, Дніпропетровської та Херсонської областей. Водосховище створено у 1955–1958 рр. на Дніпрі при будівництві Каховської ГЕС. Загальна площа водосховища становить 2155 км². Довжина Каховського водосховища – 230 км, довжина берегової лінії – 896 км, середня ширина водойми – 9,4 км, середня глибина – 8,5 м (максимальна глибина біля греблі близько 36 м).

Каховське водосховище використовується для судноплавства, водопостачання, зрошення, рибного господарства та рекреації.

Середньорічна біомаса фітопланктону Каховського водосховища в літній період становить 9,1 г/м³. Серед них Домінують синьо-зелені, діатомові та зелені водорості.

Середньорічна біомаса зоопланктону становить 0,93 г/м³. Домінували гіллястовусі ракоподібні, веслоногі рачки та велігери дрейссени.

Екологічну оцінку якості води Каховського водосховища проведено згідно з методикою КНД 211.1.4.010-94. Визначення класів і категорій якості вод для показників блоку сольового складу, трофо-сапробіологічного та специфічних показників токсичної дії проводили з урахуванням значення середніх та максимальних значень. Оцінку антропогенного навантаження здійснено з урахуванням основних видів земель та угідь Запорізької області. Оцінювання сучасної промислової іхтіофауни Каховського водосховища здійснювали з використанням даних Державного агентства рибного господарства України (Держрибагентство).

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

3.1. Визначення якості води Каховського водосховища за гідрохімічними показниками

Якість води поверхневих водойм визначається з використанням різних підходів. Один з них передбачає комплексну оцінку води за показники блоку сольового складу, трофо-сапробіологічного, специфічних речовин та за біологічними показниками.

Одним з важливих критеріїв при оцінюванні якості води Каховського водосховища є вміст важких металів. Особливістю важких металів є те, що на відміну від забруднювачів органічної природи, вони не розкладаються, а зазнаючи хімічних трансформацій, перерозподіляються між компонентами екосистеми (вода, донні відклади, гідробіоти, ґрунти), постійно перебуваючи в ній [39]. У водоймах важкі метали переважно сорбуються завислими речовинами і з ними осідають на дно, де можуть накопичуватися протягом десятків років [36]. Для кожного важкого металу існують свої нормативні показники, які визначають придатність використання води для культурно-побутових, рибогосподарських чи інших цілей.

Результати дослідження середньомісячних концентрації важких металів у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.1.

Значною міграційною рухливістю серед важких металів характеризується Ферум. Особливо ці зміни відчутні при коливаннях значень рН води (при його зменшенні). Однак, значна Феруму може знаходитись у складі комплексних сполук, і його перехід із донних відкладів у воду та навпаки лімітується. Це залежить і від зміни значень рН води та від інтенсивності міграції органічних речовин, з якими Ферум зв'язаний у комплекси [19; 22].

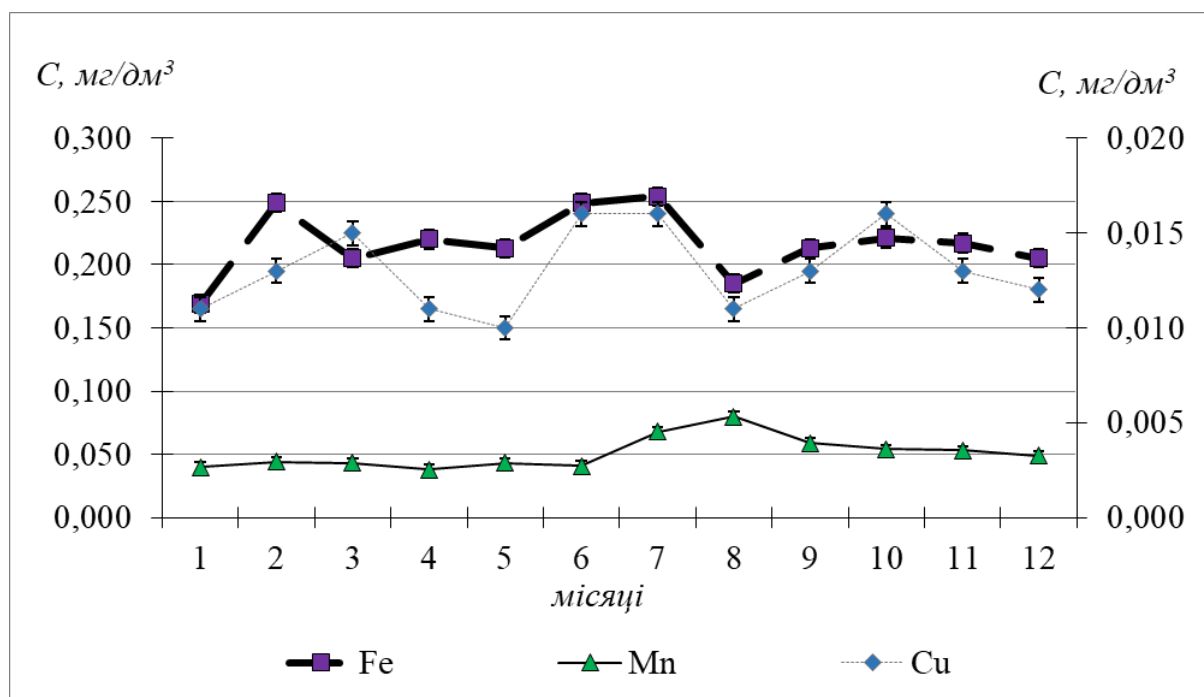


Рис. 3.1. Зміни вмісту есенціальних металів у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Вміст феруму протягом періоду дослідження змінювався від 0,169 мг/дм³ у січні (перевищує ГДКрибгосп. у 1,69 рази) до 0,249 мг/дм³ у лютому та червні (перевищує ГДКрибгосп. у 2,49 рази). За ГДК культурно-побутового призначення всі показники в межах нормативних значень.

У водойми манган потрапляє внаслідок вилуговування залізомарганцевих руд та інших мінералів. Крім того, манган присутній у воді в розчинній формі у вигляді двовалентних іонів, а в нерозчинній формі у вигляді оксидів та гідроксидів. Переходу мангану з нерозчинних форм у розчинні сприяють низькі значення рН [18; 35].

Концентрація мангану варіювала від 0,040 мг/дм³ у січні (перевищує ГДКрибгосп. у 4,0 рази) до 0,080 мг/дм³ (перевищує ГДКрибгосп. у 8,0 разів) у серпні. Загалом, протягом усіх місяців спостерігали перевищення вмісту ГДК для водойм рибогосподарського призначення. Максимальне перевищення ГДК для водойм культурно-побутового призначення становило 1,6 рази.

Вміст купруму змінювався від 0,010 мг/дм³ у травні до 0,016 мг/дм³ у червні, липні та жовтні (перевищує ГДКрибгосп. у 1,6 рази). Перевищення ГДК для водойм культурно-побутового призначення вмісту купруму не виявлено.

Одним з вагомих джерел надходження Си у воду можуть бути стічні води підприємств промисловості та реагенти, що використовуються у сільському господарстві [22].

Відомо, що нікель належить до канцерогенних елементів. У поверхневих водах сполуки нікелю знаходяться в розчиненому, зваженому і колоїдному стані. Співвідношення між цими станами визначається як самим складом води, так і значеннями рН та температурою [37].

Результати дослідження середньомісячних концентрації нікелю у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.2.

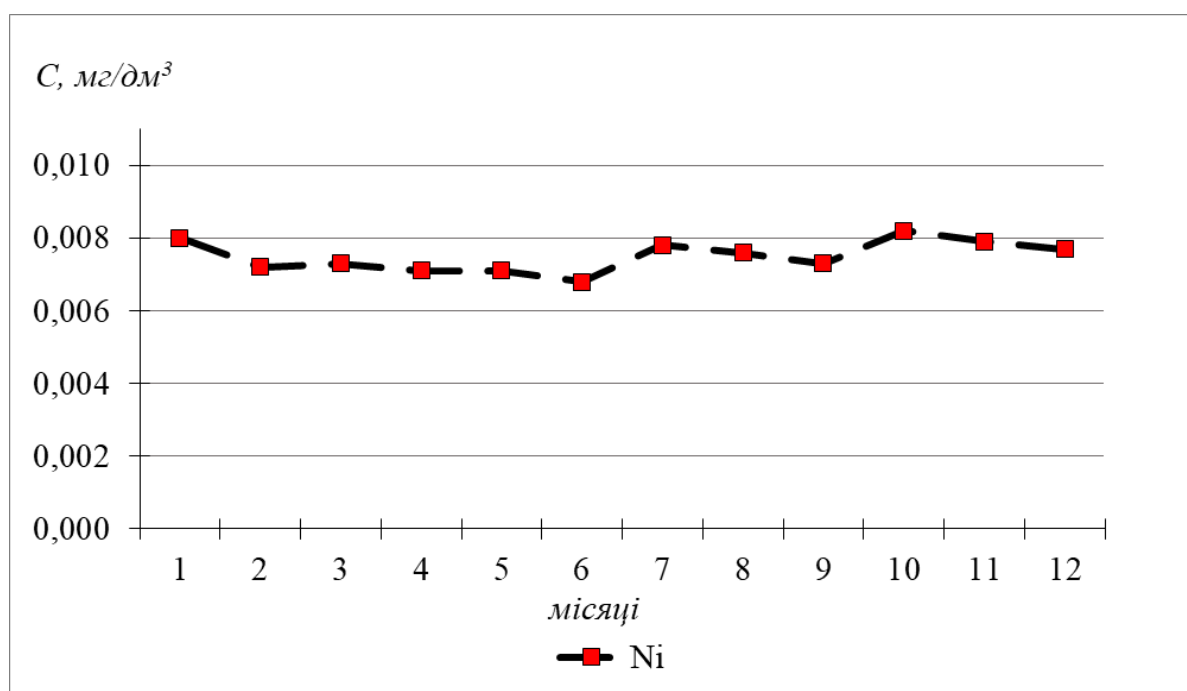


Рис. 3.2. Зміни вмісту нікелю у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Вміст нікелю у воді Каховського водосховища змінювався від 0,0071 мг/дм³ у квітні, травні до 0,0082 мг/дм³ у жовтні. Перевищення ГДК для

водойм культурно-побутового та рибогосподарського призначення не зафіксовано.

У поверхневій воді іони кальцію можуть надходити за рахунок вимивання з вапняків, доломітів та гіпсу, зі стічними водами, а також сільськогосподарських угідь [13]. Результати дослідження середньомісячних концентрацій кальцію та магнію у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.3.

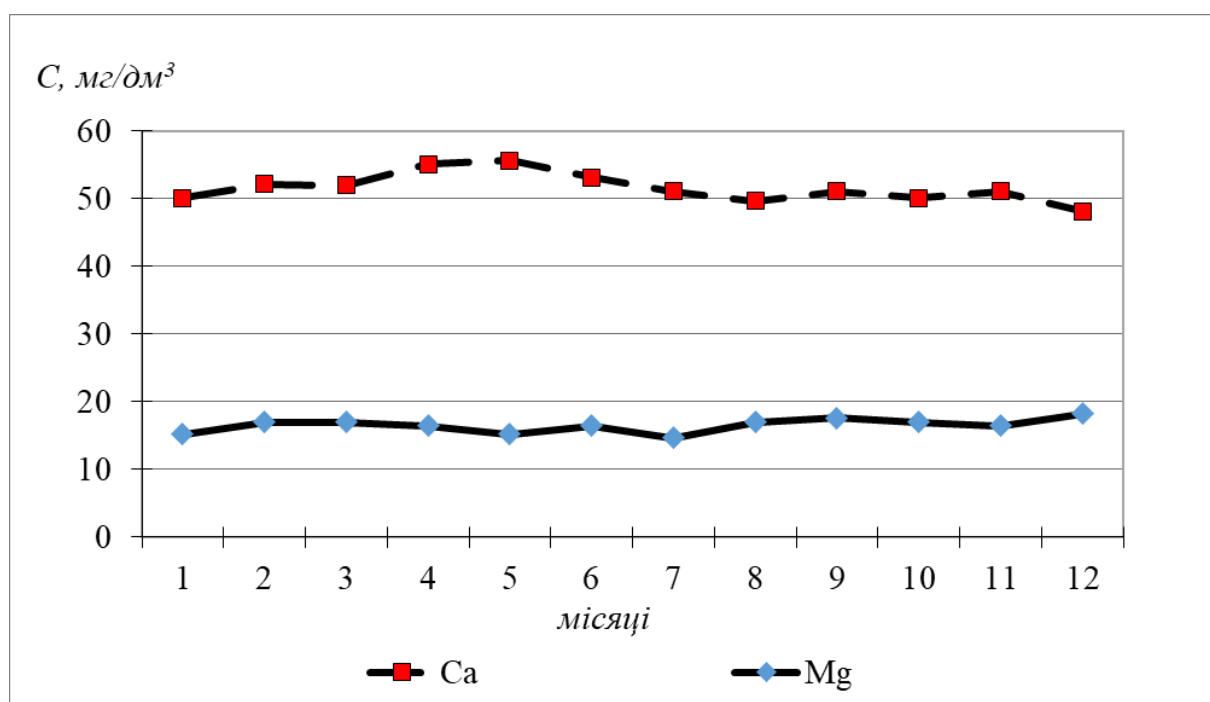


Рис. 3.3. Зміни вмісту кальцію та магнію у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Максимальне значення вмісту кальцію у воді Каховського водосховища спостерігали у травні (55,6 мг/дм³), а мінімальне у грудні (48,1 мг/дм³). Мінімальне значення вміст магнію виявлено у липні (14,66 мг/дм³), а максимальне у грудні (18,26 мг/дм³). ГДК рибогосподарське для кальцію становить 180 мг/дм³, а для магнію 40 мг/дм³.

У водойми сульфати потрапляють внаслідок відмирання організмів та окиснення наземних та водних речовин рослинного і тваринного походження. Крім того, значна кількість сульфатів надходить з підземним стоком [16]. Результати дослідження середньомісячних концентрацій кальцію

та хлоридів та сульфатів у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.4.

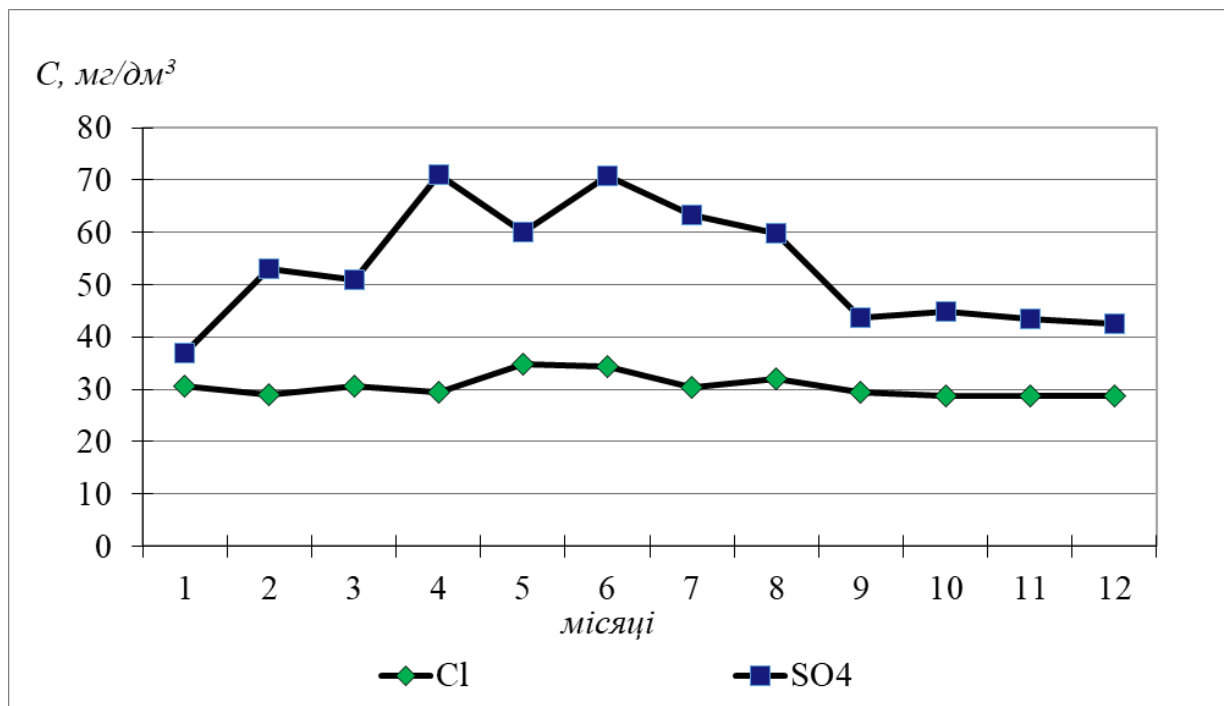


Рис. 3.4. Зміни вмісту хлоридів та сульфатів у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Концентрація сульфатів змінювалася від мінімальних значень у січні (37 мг/дм^3) до максимальних у червні ($70,8 \text{ мг/дм}^3$). Перевищення ГДК для водойм культурно-побутового (300 мг/дм^3) та рибогосподарського (100 мг/дм^3) призначення не було виявлено.

Вміст хлоридів у воді Каховського водосховища змінювався від $34,8 \text{ мг/дм}^3$ у травні до $28,7 \text{ мг/дм}^3$ у листопаді. Перевищення ГДК для водойм культурно-побутового (350 мг/дм^3) та рибогосподарського (300 мг/дм^3) призначення не було виявлено.

Значна кількість хлоридів надходить з виробничими та побутовими стічними водами [16].

Результати дослідження середньомісячних концентрації нітрогену амонійного у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.5.

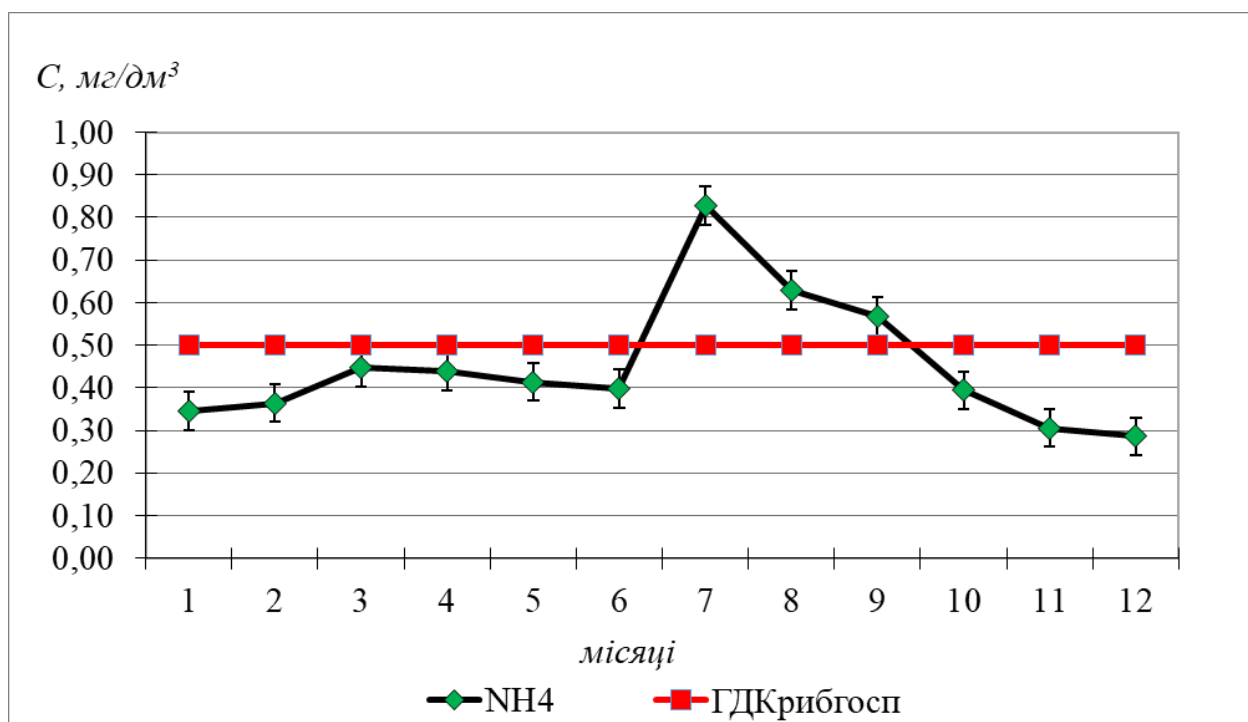


Рис. 3.5. Зміни вмісту нітрогену амонійного у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Максимальне значення вмісту нітрогену амонійного у воді Каховського водосховища спостерігали у липні ($0,828 \text{ мг/дм}^3$), що перевищує ГДК для водойм рибогосподарського призначення у 1,66 рази. Мінімальне значення вмісту нітрогену амонійного виявлено у грудні ($0,286 \text{ мг/дм}^3$), що знаходиться в межах допустимих значень. ГДК рибогосподарське для нітрогену амонійного становить $0,5 \text{ мг/дм}^3$, а ГДК культурно-побутове $2,0 \text{ мг/дм}^3$. Перевищення ГДК рибогосподарського зафіксовано впродовж липня–вересня.

Результати дослідження середньомісячних концентрації нітратів у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.6.

Концентрація нітратів впродовж року змінювалася від максимальних значень у травні ($4,86 \text{ мг/дм}^3$) до мінімальних у червні ($0,96 \text{ мг/дм}^3$). Перевищення ГДК для водойм культурно-побутового (45 мг/дм^3) та рибогосподарського (40 мг/дм^3) призначення не виявлено.

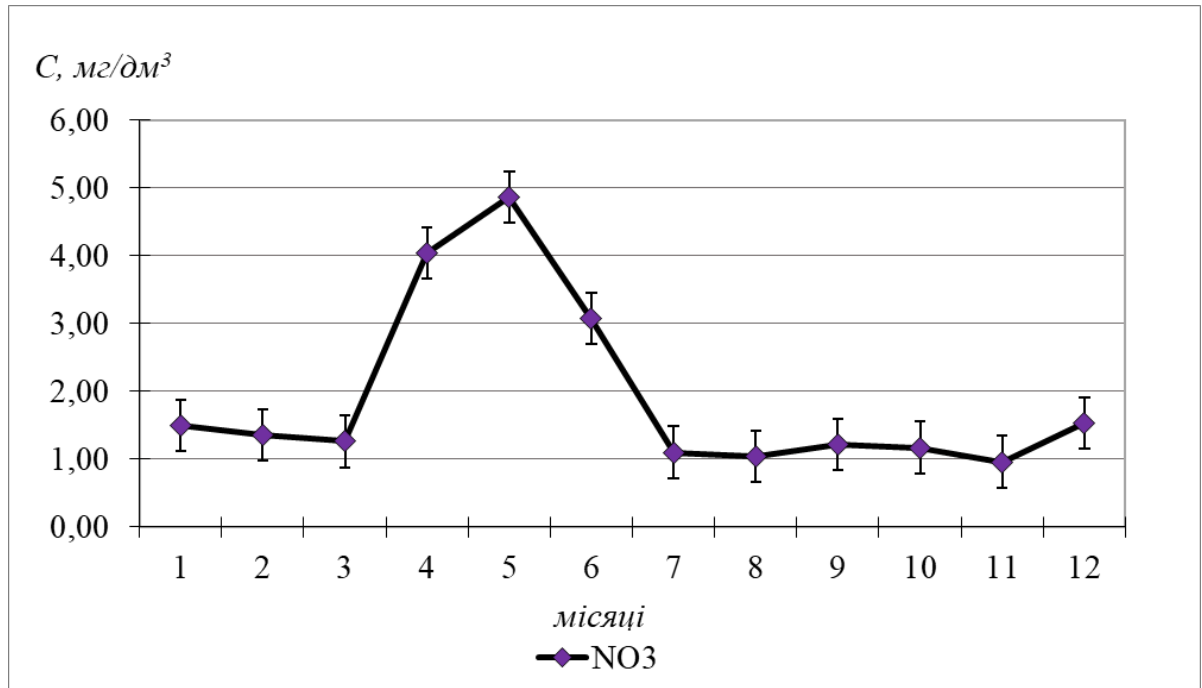


Рис. 3.6. Зміни вмісту нітратів у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Відомо, що сезонні зміни нітритів характеризуються найчастіше появою їх у водоймах навесні при розкладанні органічних речовин. Результати дослідження середньомісячних концентрації нітритів у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.7.

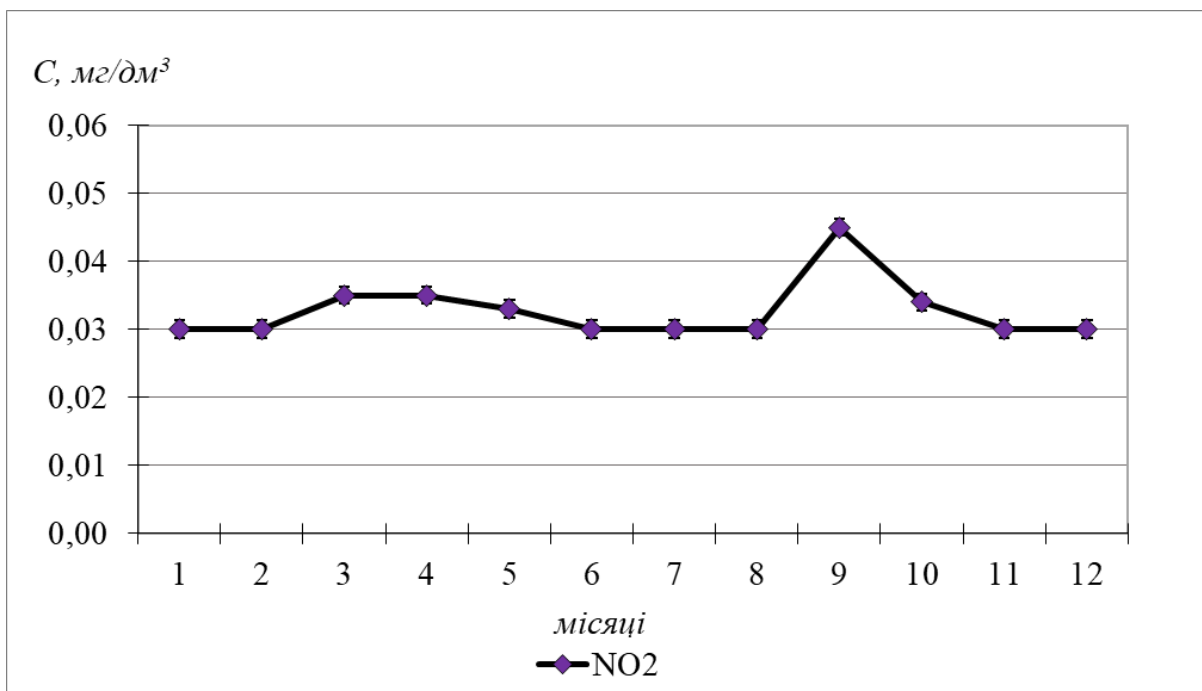


Рис. 3.7. Зміни вмісту нітритів у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Вміст нітритів у воді Каховського водосховища змінювався від мінімальних значень $0,03 \text{ мг/дм}^3$ (січень, лютий, червень, липень, серпень, листопад та грудень) до максимальних значень у вересні ($0,045 \text{ мг/дм}^3$). Перевищення ГДК для водойм культурно-побутового ($3,3 \text{ мг/дм}^3$) та рибогосподарського ($0,08 \text{ мг/дм}^3$) призначення не зафіксовано.

Результати дослідження середньомісячних концентрації фосфатів у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.8.

Максимальне значення вмісту фосфатів у воді Каховського водосховища спостерігали у липні ($0,553 \text{ мг/дм}^3$), що перевищувало ГДК для водойм рибогосподарського призначення у 2,7 рази. Мінімальні показники вмісту фосфатів виявлено у грудні ($0,284 \text{ мг/дм}^3$), хоча вони перевищували ГДК у 1,4 рази. ГДК рибогосподарське для фосфатів становить $0,2 \text{ мг/дм}^3$, а ГДК культурно-побутове $3,5 \text{ мг/дм}^3$.

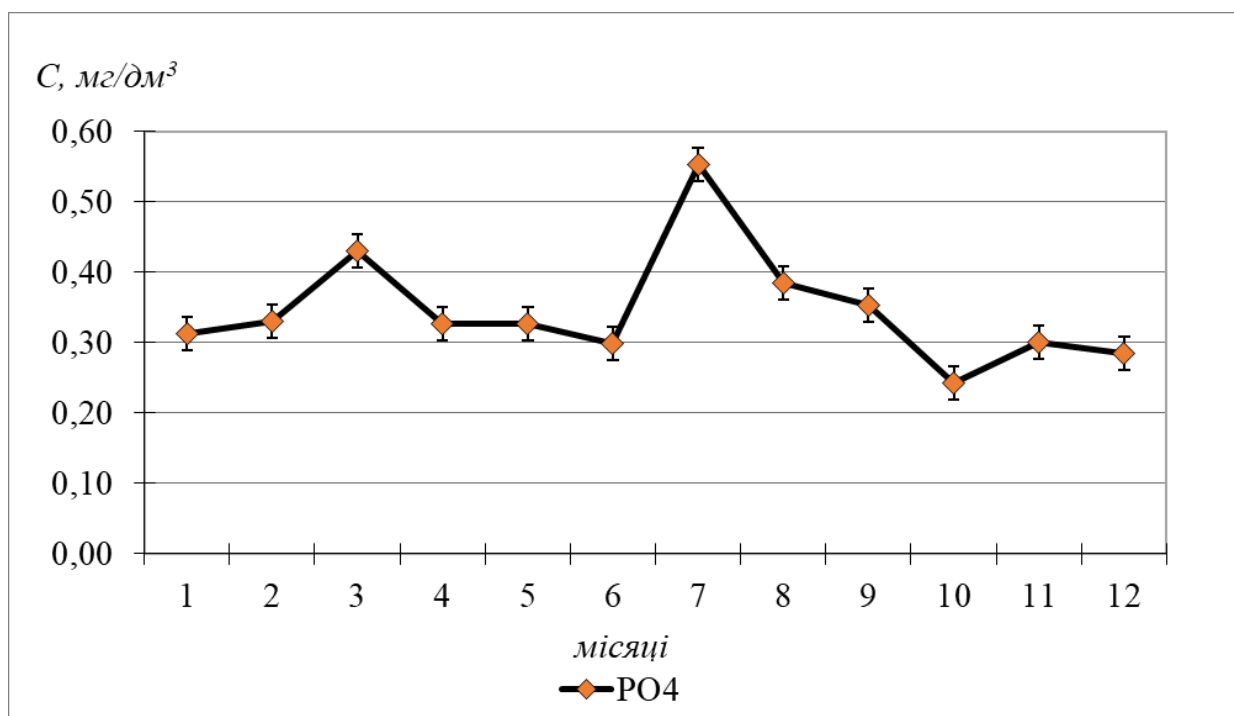


Рис. 3.8. Зміни вмісту фосфатів у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Підвищення температури води впливає на токсичність багатьох сполук, які присутні у водоймі. Результати дослідження середньомісячних концентрації температури води Каховського водосховища наведені на рис.

3.9.

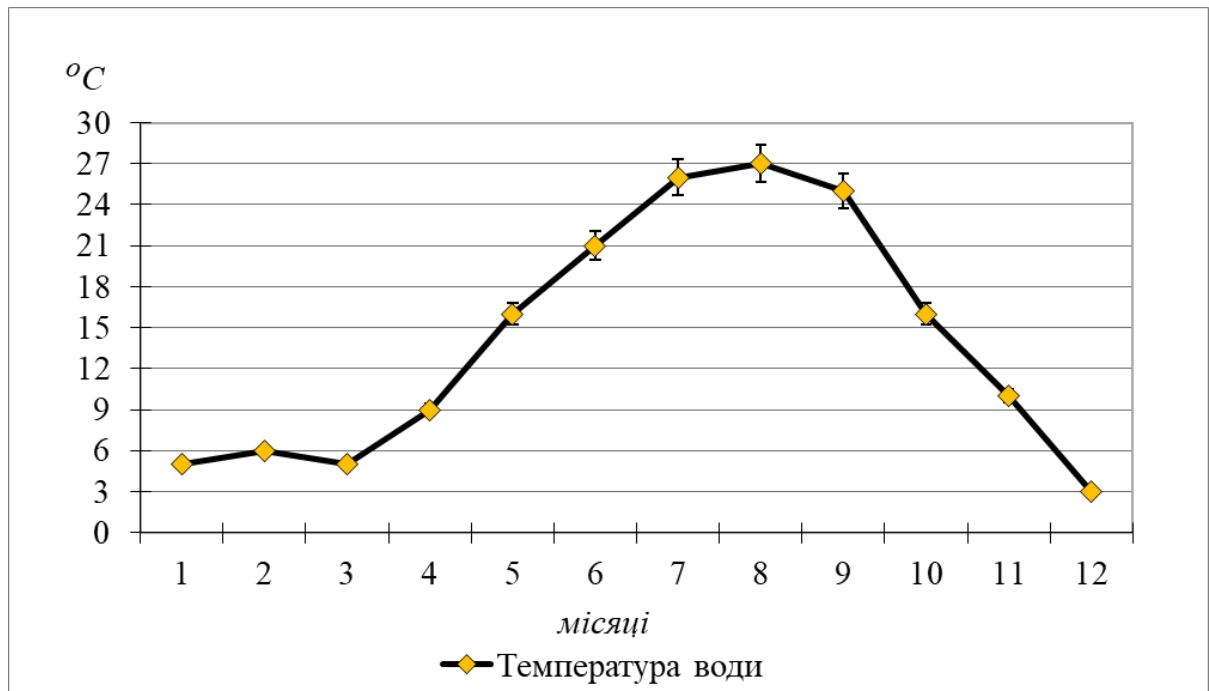


Рис. 3.9. Зміни температури води Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Температура води Каховського водосховища у зимовий період варіювала від 3–6°C. Навесні температура води змінювалася від 9 до 16°C. Влітку температура води Каховського водосховища була в межах 21–27°C. Восени температура води становила 10–25°C. Варто зауважити, що у вересні місяці температура води була досить високою та складала 25°C.

Концентрація іонів водню має важливе значення для проходження різних процесів у водоймах. Зокрема, як зазначалося вище, впливає на перехід важких металів з донних відкладів та ґрунтів у воду та навпаки, перетворення різних сполук, розвиток та життєдіяльність гідробіонтів. Результати дослідження середньомісячних концентрації рН у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.10.

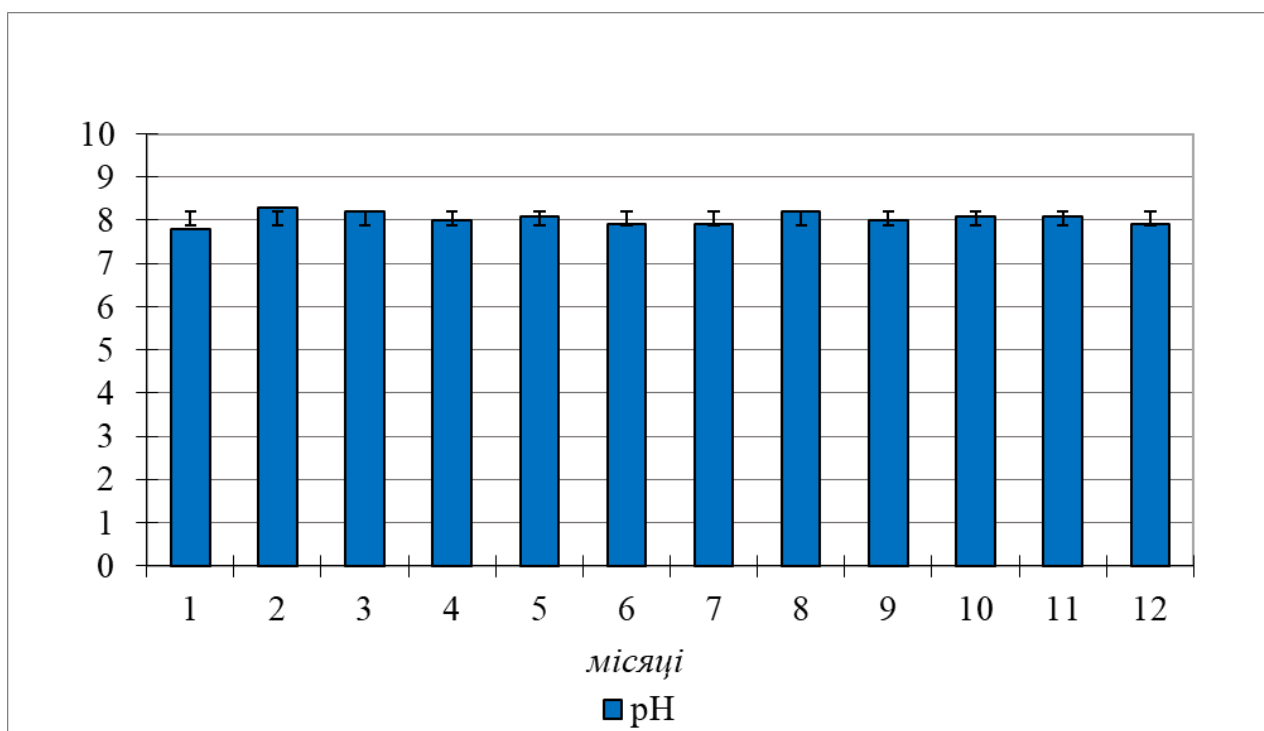


Рис. 3.10. Зміни рН води Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Величина рН за період дослідження змінювалася від 7,8 до 8,3. Значних коливань рН не було виявлено.

Показник біохімічне споживання кисню за 5 діб застосовують для оцінки рівня забруднення гідроекосистеми та вмісту органічних речовин, що здатні легко окиснюватися. Якщо у водоймі присутня значна кількість забруднюючих речовин, то відбувається і зменшення зменшенню кількості розчиненого у воді кисню. Хімічне споживання кисню відображає кількість кисню, яку було спожито в процесі окиснення органічних та неорганічних речовин. Результати дослідження середньомісячних концентрації БСК, O_2 та ХСК у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.11.

Найвища концентрація біологічного споживання кисню зафіксована у серпні, вересні ($3,9 \text{ мг/дм}^3$ при температурі води $25, 27^\circ\text{C}$), що в 1,3 рази перевищує ГДКрибгосп (3 мг/дм^3). Найнижча концентрація біологічного споживання кисню виявлена у лютому та березні ($2,0 \text{ мг/дм}^3$ при температурі води $5, 6^\circ\text{C}$).

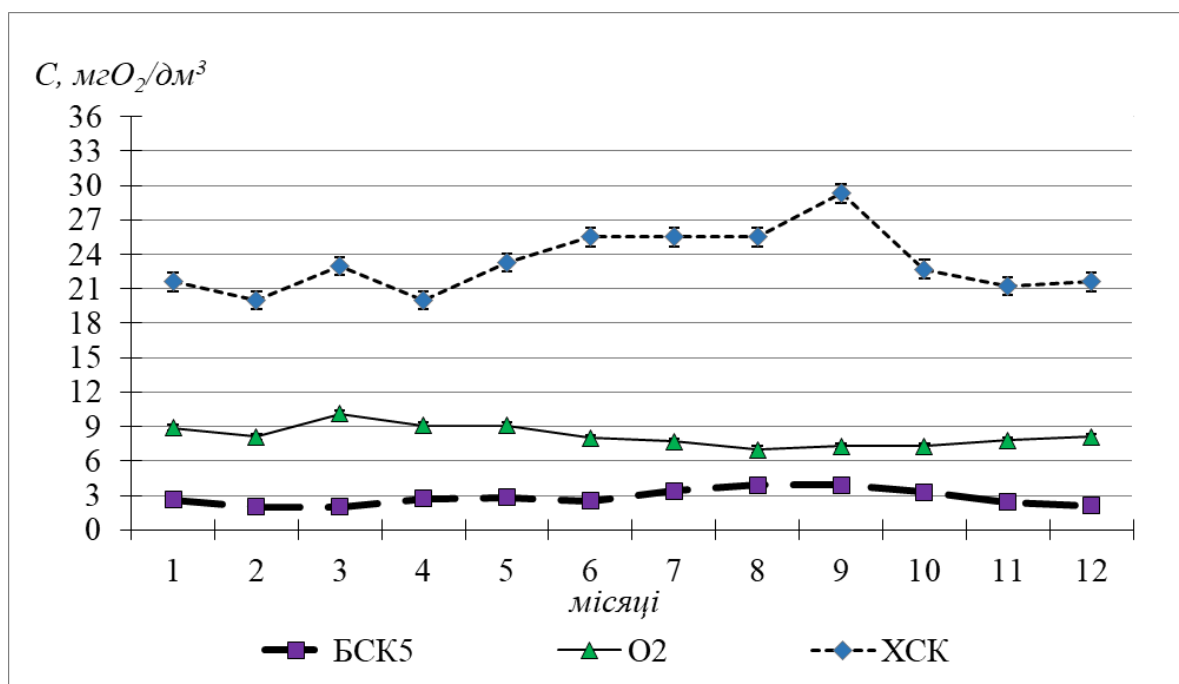


Рис. 3.11. Зміни БСК₅, O₂ та ХСК у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Вміст розчиненого кисню у воді Каховського водосховища впродовж 2018 року змінювався від максимальних значень у березні (10,1 мг/дм³ при температурі води 5°C) до мінімальних у серпні (7 мг/дм³ при температурі води 27°C). Значення розчиненого кисню були досить високими протягом усіх місяців.

Хімічне споживання кисню змінювалося від 20 мг/дм³ при температурі води 6, 9°C (лютий, квітень) до 29,3 мг/дм³ при температурі води 25°C (вересень). Перевищення ГДКрибосп. ХСК (20 мг/дм³), особливо впродовж травня-вересня у 1,2–1,5 рази, свідчить про суттєве забруднення води, яке може бути зумовлене побутовими стоками. Загалом, перевищення ГДКрибосп. ХСК виявлено в усі місяці, крім лютого та квітня. Перевищення ГДК для водойм культурно-побутового (30 мг/дм³) призначення не виявлено.

Серед показників, які найчастіше застосовують при оцінюванні якості води належить сухий залишок (мінералізація загальна), який свідчить про кількість розчинених речовин в 1 мг/дм³ води, насамперед мінеральних солей. Оптимальною вважають мінералізацію на рівні 300–500 мг/дм³. Воду

із сухим залишком 100–300 мг/ дм³ вважають задовільно мінералізованою, 500–1000 мг/ дм³ – підвищено, але допустимо мінералізованою [5]. Результати дослідження середньомісячних концентрації сухого залишку (мінералізації загальної) у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.12.

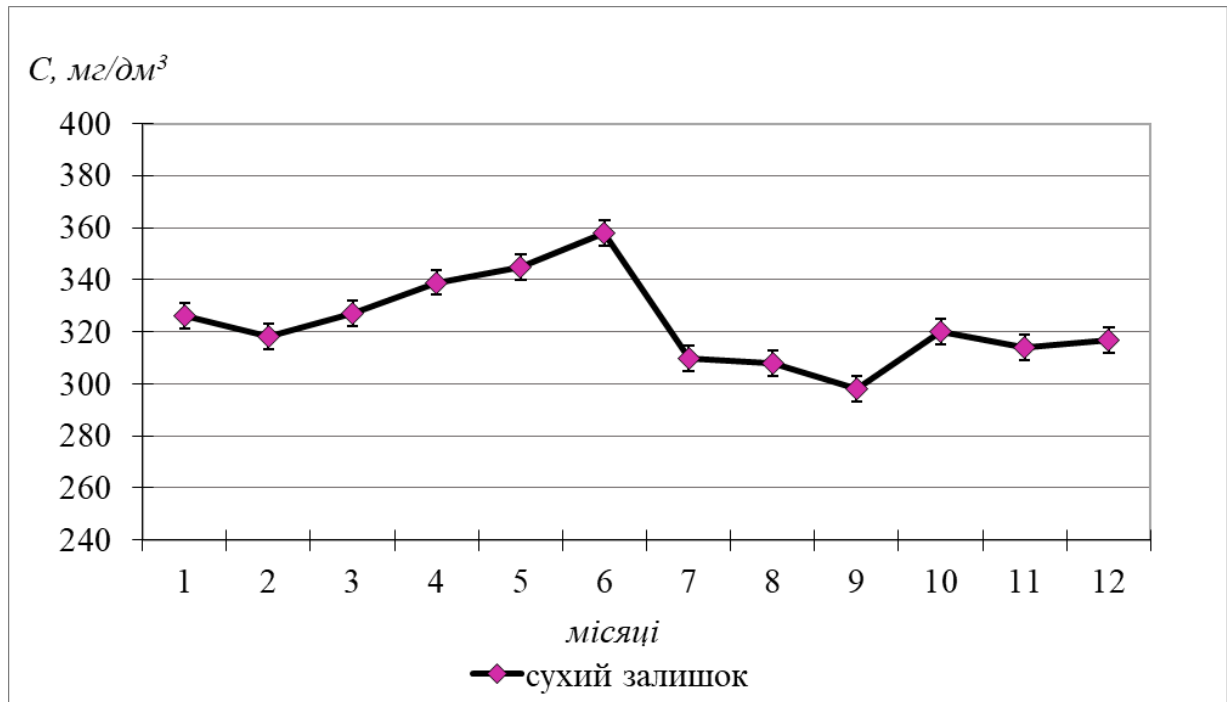


Рис. 3.12. Сухий залишок у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Максимальні значення сухого залишку спостерігали у червні (358 мг/дм³), а мінімальні у вересні (298 мг/дм³). Впродовж всіх місяців сухий залишок залишався в межах оптимальних значень.

Твердість загальна – це природна властивість води, яка зумовлена наявністю солей твердості, а саме магнію і кальцію (хлоридів, сульфатів, карбонатів, гідрокарбонатів та ін.). Воду із загальною твердістю до 3,5 мг-екв/дм³ (10°) вважають м'якою, від 3,5 до 7 мг-екв/дм³ (10–20°) – помірно твердою, від 7 до 10 мг-екв/дм³ (20–28°) – твердою і понад 10 мг-екв/дм³ (28°) – дуже твердою [5].

Результати дослідження середньомісячних концентрації твердості води Каховського водосховища наведені на рис. 3.13.

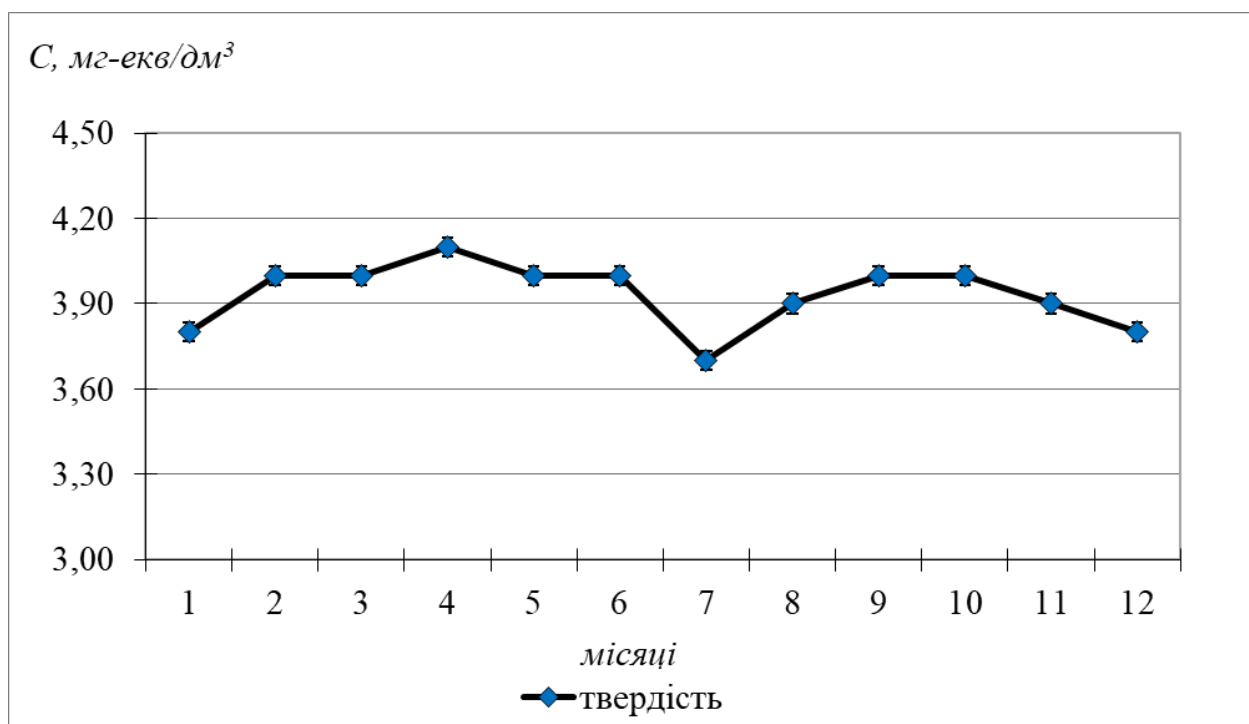


Рис. 3.13. Твердість води Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Твердість загальна протягом періоду дослідження знаходилася у межах 3,7–4,1 мг-екв/дм³ (квітень, липень). Такі значення свідчать про помірну твердість води.

До найбільш суттєвих забруднювачів поверхневих вод, особливо на територіях розташування великих міст, відносять АПАР і нафтопродукти. Аніоноактивні ПАР – це сполуки, які у водних розчинах дисоціюють з утворенням аніонів (негативно заряджених іонів), які обумовлюють поверхневу активність. Аніонні ПАР входять до складу миючих та дезінфікуючих засобів. Несприятливою властивістю АПАР є їх здатність до піноутворення, що ускладнює надходження кисню з повітря в воду, і як наслідок, уповільнення процесів самоочищення. Аніонні поверхнево-активні речовини (АПАР) потрапляють до гідроекосистем з комунальними та промисловими стічними водами [40].

Результати дослідження середньомісячних концентрацій нафтопродуктів та аніоноактивних поверхнево-активних речовин (АПАР) у воді Каховського водосховища наведені на рис. 3.14.

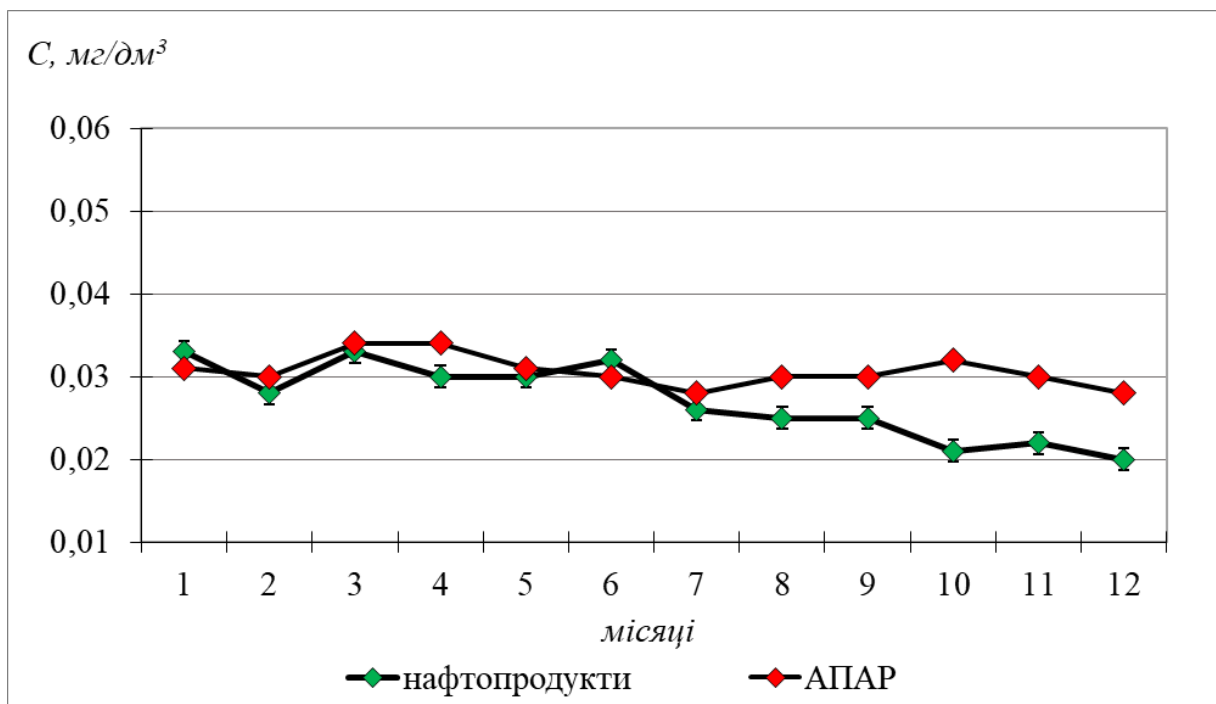


Рис. 3.14. Зміни вмісту нафтопродуктів та аніоноактивних поверхнево-активних речовин (АПАР) у воді Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Мінімальні значення АПАР спостерігали у липні та грудні (0,028 мг/дм³), а максимальні у березні та квітні (0,034 мг/дм³). Всі значення знаходилися в межах ГДК.

Вміст нафтопродуктів змінювався від 0,033 мг/дм³ (січень, березень) до 0,020 мг/дм³ (грудень). Перевищень ГДК протягом періоду дослідження не було виявлено.

Показник кольоровість відносять до органолептичних показників, які враховують при оцінюванні якості води при використанні для різних потреб. Результати дослідження кольоровості води Каховського водосховища наведені на рис. 3.15.

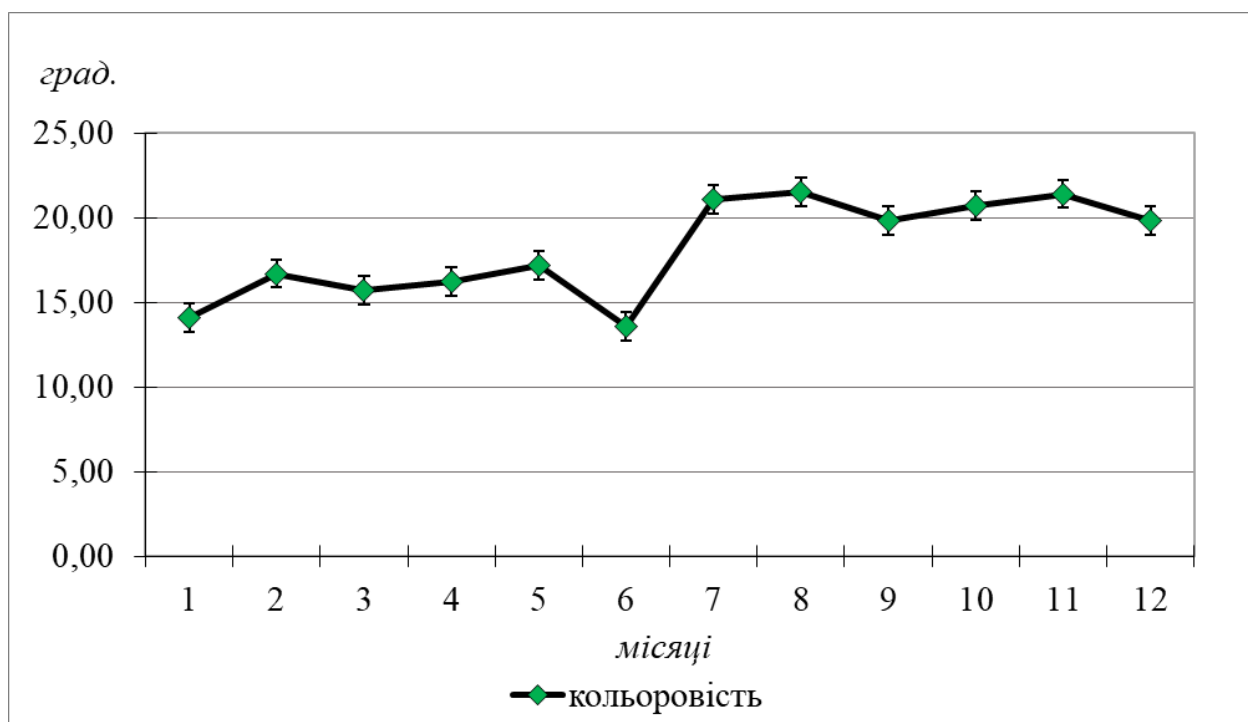


Рис. 3.15. Кольоровість води Каховського водосховища (січень-грудень 2018 р.)

Кольоровість води Каховського водосховища за період дослідження змінювалася від 14,1 град. (січень) до 21,5 град. (серпень). Показник знаходився в межах ГДК.

Таким чином, для феруму, мангану, купруму, нітрогену амонійного, біологічного споживання кисню та хімічного споживання кисню зафіксовано перевищення ГДК. Щодо вмісту нікелю, кальцію, магнію, сульфатів, хлоридів, нітратів, нітритів, АПАР та нафтопродуктів перевищень ГДК не виявлено.

3.2. Екологічна оцінка якості води Каховського водосховища

Для оцінки якості води Каховського водосховища використовували факторні індекси (Іа, Ів, Іс). Визначення класів і категорій якості вод для показників блоку сольового складу (Іа), трофо-сапробіологічного (Ів) та специфічних показників токсичної дії (Іс) проводили з урахуванням значення середніх та максимальних значень. Отримані значення співставляли з відповідними критеріями (табл. 3.1, 3.2).

Таблиця 3.1

Екологічна оцінка стану якості води Каховського водосховища за середніми та найгіршими показниками за 2018 р.

	Річний показник	вміст	клас	категорія
Іа – блок сольового складу				
Мінералізація	середнє	323,3	I	1
	максимальне	358,0	I	1
Сульфати	середнє	53,4	II	2
	максимальне	70,8	II	2
Хлориди	середнє	30,5	II	2
	максимальне	31,9	II	3
Ів – трофо-сапробіологічний блок				
pH	середнє	8,0	II	3
	максимальне	8,3	III	4
Нітроген амонійний	середнє	0,45	III	4
	максимальне	0,82	III	5
Нітроти	середнє	0,035	II	3
	максимальне	0,045	III	4
Нітрати	середнє	1,93	II	3
	максимальне	4,86	IV	6
Фосфати	середнє	0,35	III	5
	максимальне	0,55	III	5
Розчинений кисень	середнє	8,2	I	1
	максимальне	10,1	I	1
БСК₅	середнє	2,8	III	4
	максимальне	3,9	III	4
Іс – специфічні показники токсичної дії				
Ферум	середнє	0,217	III	4
	максимальне	0,254	III	4
Купрум	середнє	0,013	III	5
	максимальне	0,016	III	5

Продовження табл. 3.1

Манган	середнє	0,051	III	4
	максимальне	0,080	III	4
Нікель	середнє	0,0075	II	3
	максимальне	0,0082	II	3
Нафтопродукти	середнє	0,027	II	3
	максимальне	0,033	II	3

За блоком сольового складу якість води за мінералізацією віднесено до I класу «дуже чисті», за вмістом сульфатів до II класу «чисті», за вмістом хлориди до II класу «чисті» та «досить чисті».

За трофо-сапробіологічним блоком якість води віднесено: за рН до II класу «досить чисті» та III «слабко забруднені»; за нітрогеном амонійним до III класу «слабко забруднені» та III «помірно забруднені»; за вмістом нітритів до II класу «досить чисті» та III «слабко забруднені»; за вмістом нітратів до II класу «досить чисті» та IV класу «брудні»; за вмістом фосфатів до III класу «помірно забруднені»; за вмістом розчиненого кисню до I класу «дуже чисті», за БСК₅ до III класу «слабко забруднені».

За специфічними показниками токсичної дії якість води віднесено: за вмістом феруму до III класу «слабко забруднені», за вмістом купруму до III класу «помірно забруднені»; за вмістом мангану до III класу «слабко забруднені»; за вмістом нікелю та нафтопродуктами до II класу «досить чисті».

Таблиця 3.2

Об'єднана екологічна оцінка якості води Каховського водосховища за середніми (чисельник) та найгіршими (знаменник) показниками

Рік	I ₁	I ₂	I ₃	I _e	Субкатегорія	Ступінь чистоти	Стан	Клас якості
2018	<u>1,7</u> 2,0	<u>3,3</u> 4,1	<u>3,8</u> 3,8	<u>2,9</u> 3,3	<u>3(2)</u> 3(4)	<u>досить чиста</u> слабко забруднена	<u>добрий</u> задовільний	<u>II</u> III

Блоковий індекс I₁ знаходиться в межах 1,7-2,0. Блоковий індекс I₂ знаходиться в межах 3,3-4,4. Блоковий індекс I₃ знаходиться в межах 3,8.

Загальний показник якості води Каховського водосховища за рівнем забруднення віднесено до II класу «досить чиста», стан «добрий» (середнє значення). Загальний показник якості води Каховського водосховища за рівнем забруднення віднесено до III класу «слабко забруднена», стан «задовільний» (максимальне значення).

3.3. Оцінка екологічної стійкості ландшафту

Оцінку антропогенного навантаження на Каховське водосховище зроблено враховуючи основні види земель та угідь Запорізької області [32]. Найвищу частку серед сільськогосподарських угідь займає рілля (70%). Структура основних видів земель та угідь Запорізької області наведена на рис. 3.16.

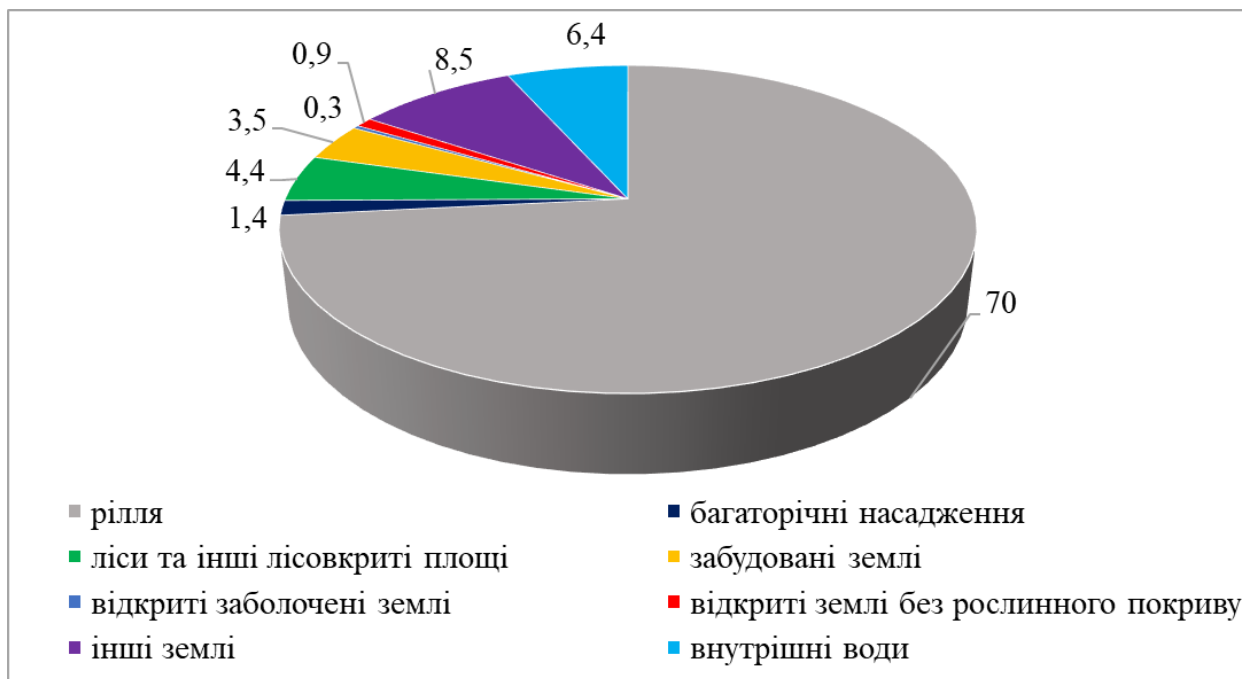


Рис. 3.16. Структура земель Запорізької області: рілля; багаторічні насадження; ліси та інші лісовкриті площі; забудовані землі; відкриті заболочені землі; відкриті землі без рослинного покриву; інші землі; внутрішні води

Як видно з рис. 3.16. 70% від загальної території земель зайнято ріллею, 1,4% займають багаторічні насадження, 4,4% зайнято лісами та іншими лісовкритими площами, 3,5% займають забудовані землі, 0,3% займають відкриті заболочені землі, 0,9% це відкриті землі без рослинного покриву. На інші землі припадає 8,5%, а на внутрішні води 6,4%. Для території характерний низький рівень лісистості (4,4%), при норма хоча б 9%.

При визначенні коефіцієнту екологічної стійкості ландшафту (КЕСЛ) території розміщення Каховського водосховища виокремили стабільні та нестабільні елементи ландшафту. До стабільних відносили елементи, які позитивно впливають на ландшафт: території, зайняті лісами, лісосмугами, болотами та заболоченими землями тощо. До нестабільних відносили землі під забудовою, ріллею, відкриті землі без рослинного покриву. Коефіцієнт екологічної стійкості ландшафту розраховували як відношення площ стабільних елементів ландшафту до нестабільних. Результати оцінки стійкості ландшафту наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.3

**Екологічна стійкість ландшафту території розміщення
Каховського водосховища**

Область	Коефіцієнт екологічної стійкості	Критерії оцінки
Запорізька	0,28	нестабільний, з яскраво вираженою нестабільністю

Таким чином, екологічна стійкість ландшафту території розміщення Каховського водосховища (Запорізька область) оцінена як нестабільна, з яскраво вираженою нестабільністю.

3.3. Сучасна промислова іхтіофауна Каховського водосховища

На даний час іхтіофауна Каховського водосховища нараховує близько 42 види риб. З них 20 видів мають промислове значення. Основними промисловими видами є лящ, плітка, судак, сріблястий карась, тюлька, білий і строкатий товстолобики [32].

Для забезпечення оптимальних умов рибогосподарського використання Каховського водосховища здійснюється контроль за виловом риби (рис. 3.17).

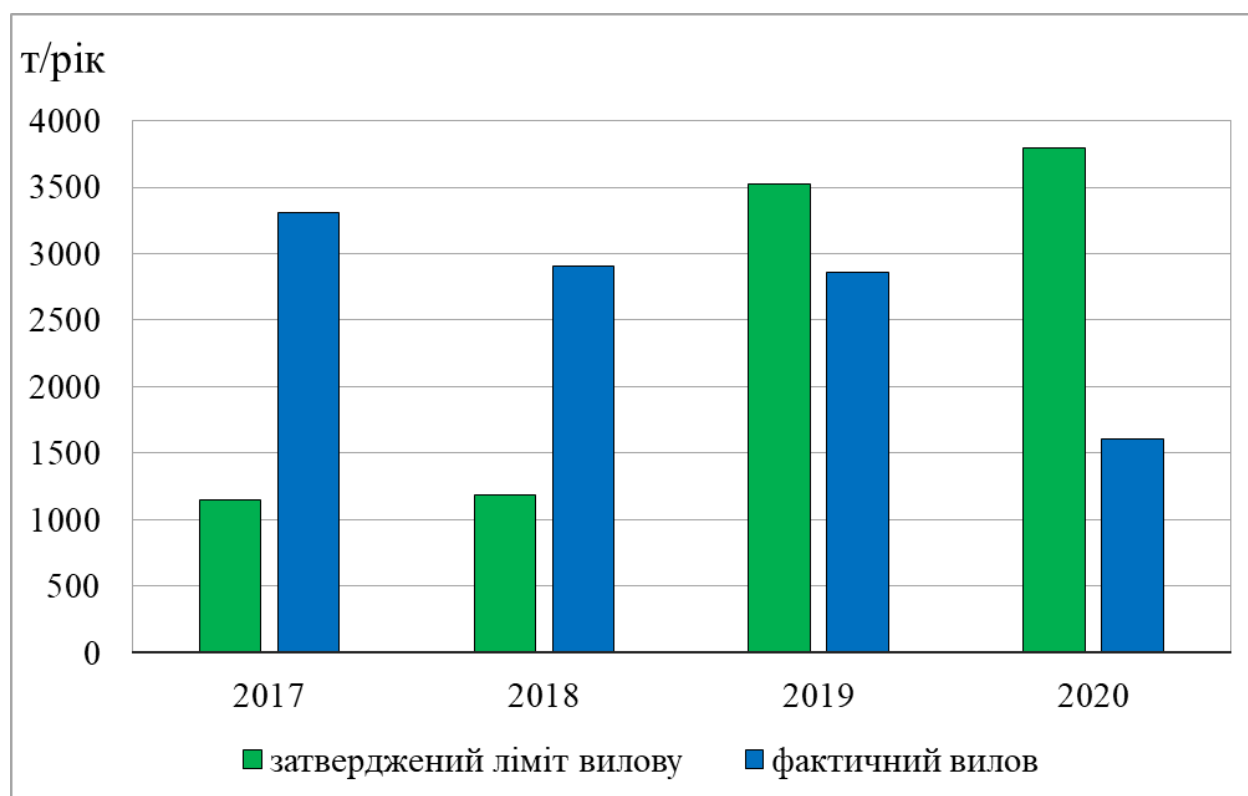


Рис. 3.17. Затверджені ліміти вилову риби та фактичний вилов риби у Каховському водосховищі 2017-2020 рр., т/рік [32]

У 2017 та 2018 рр. фактичний вилов риби перевищував затверджені ліміти. У 2019 та 2020 рр. значно збільшилися затверджені ліміти вилову та зменшився фактичний вилов риби у порівнянні з попередніми роками. Що перш за все зумовлено компенсаційними заходами, а саме зарибленням Каховського водосховища. Найчастіше це рослиноїдні види риб (товстолобик, білий амур) та короп. Крім того, у 2019 р. у перелік лімітованих видів було внесено карася сріблястого.

За даними Державного агентства рибного господарства України (Держрибагентство) ліміт та прогноз вилову в Каховському водосховищі станом на 01.11.2020 становить 3794,2 тонн, а вилов 1608,2 тонн. Ліміт та прогноз рибопродуктивності складає 17,6 кг/га, а рибопродуктивність вилову 7,46 кг/га.

Відсоток вилову від прогнозованого ліміту наведено на рис. 3.18.

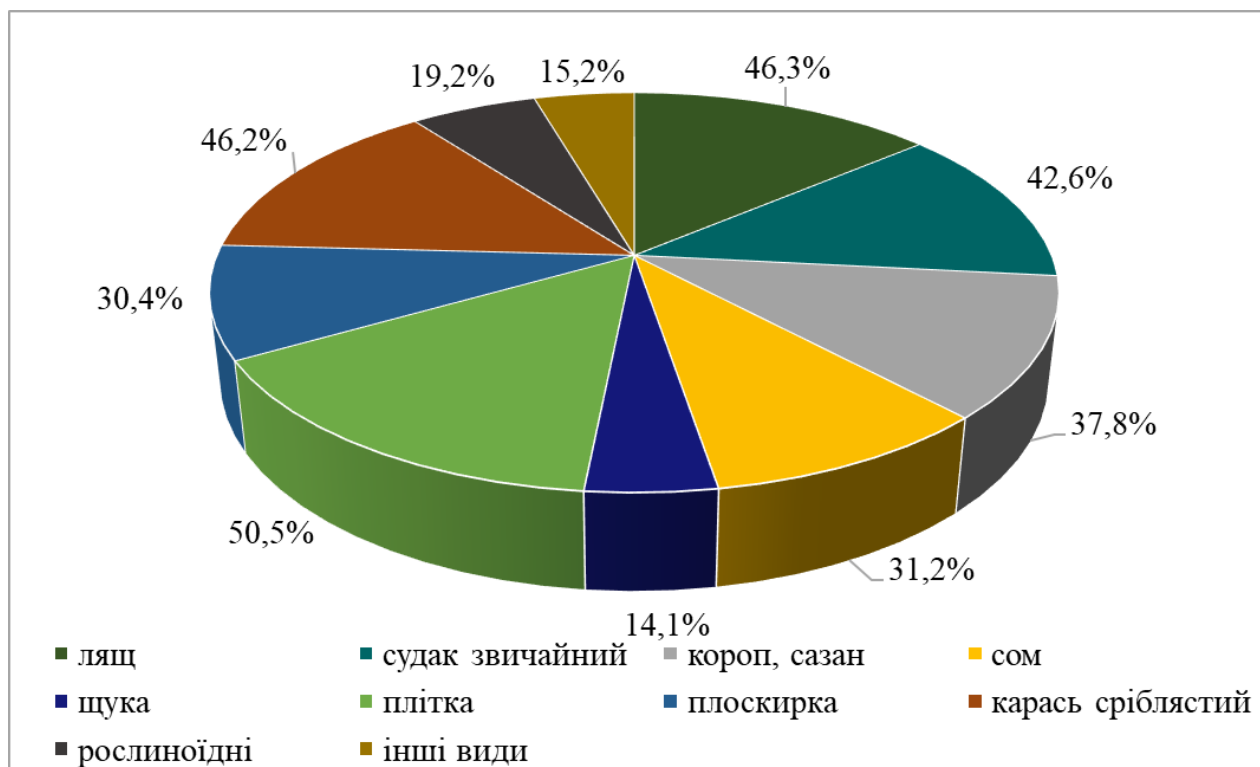


Рис. 3.18. Обсяги вилову риби у Каховському водосховищі станом на 01.11.2020, % від ліміту

У 2020 р. найбільші вилови риби від встановленого ліміту зафіксовано для плітки (50,5%), ляща (46,3%), карася сріблястого (46,2%), судака звичайного (42,6%) та коропа (37,8%).

У Каховському водосховищі найбільшу кількість виловів встановлено для карася сріблястого (67%), далі плітки (13%), ляща (7%) та рослиноїдних риб (6%) (рис. 3.19).

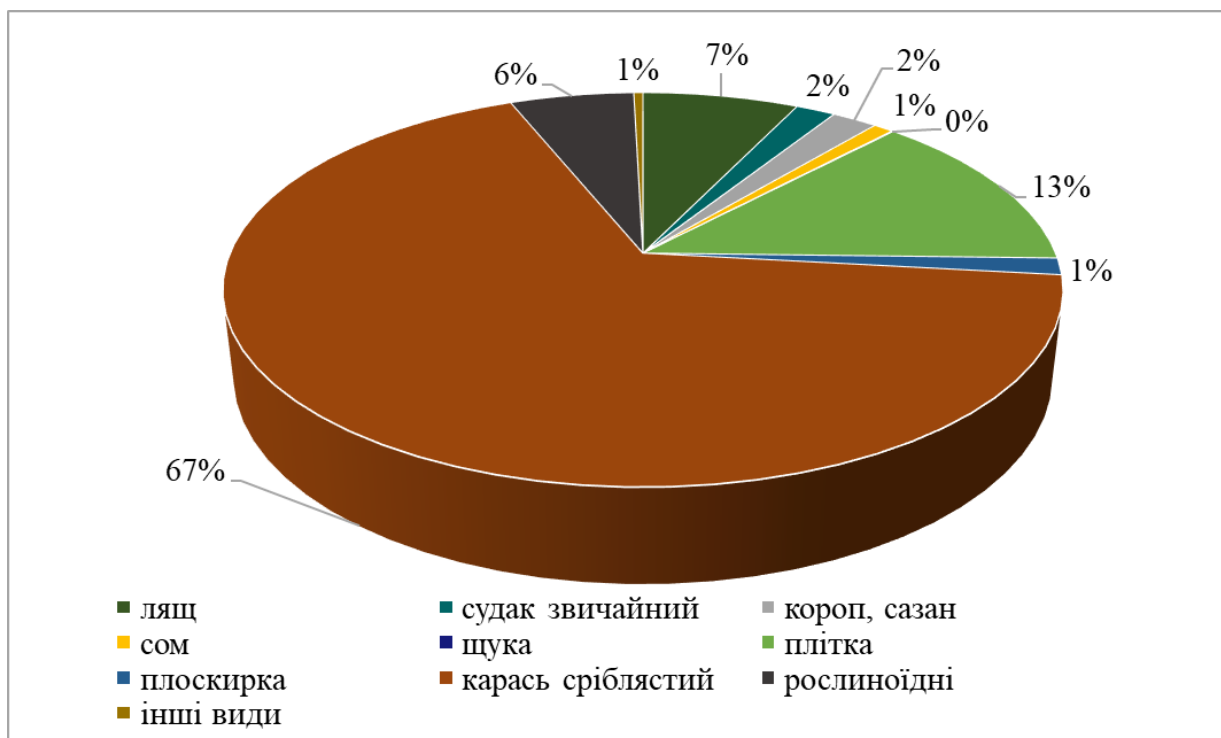


Рис. 3.19. Обсяги вилову риби у Каховському водосховищі станом на 01.11.2020 (% від загального вилову)

Згідно класифікації Г.В. Нікольського [25] видовий склад промислової іхтіофауни Каховського водосховища можна об'єднати у 5 фауністичних комплексів: третичний рівнинний прісноводний (короп, сом); бореальний рівнинний (карась сріблястий, плітка, щука, окунь, йорж); понтокаспійський прісноводний (лящ, плоскирка, судак); понтокаспійський морський (тюлька); китайський рівнинний (товстолобик строкатий, товстолобик білий, амур білий).

Основу рибного промислу в Каховському водосховищі становлять види риб бореального рівнинного (80%) фауністичного комплексу. Понтокаспійський прісноводний комплекс становить 10%, а китайський рівнинний – 6%. У свою чергу на третичний рівнинний прісноводний та понтокаспійський морський фауністичні комплекси припадає лише 4%.

ВИСНОВКИ ДО 3 РОЗДІЛУ

Вміст феруму протягом періоду дослідження перевищував ГДКрибгосп. у 1,69–2,49 рази. Концентрація мангану перевищувала ГДКрибгосп. у 4,0–8,0 разів, а купруму в 1,6 рази. Перевищення ГДК вмісту нітрогену амонійного у воді Каховського водосховища спостерігали у липні, серпні та вересні (максимальне у 1,66 рази). Величина рН за період дослідження змінювалася від 7,8 до 8,3. Температура води Каховського водосховища у зимовий період варіювала від 3–6°C. Навесні температура води змінювалася від 9 до 16°C. Влітку температура води Каховського водосховища була в межах 21–27°C. Восени температура води становила 10–25°C. Найвища концентрація біологічного споживання кисню зафіксована у серпні, вересні, що в 1,3 рази перевищує ГДКрибгосп (3 мг/дм³). Найнижча концентрація біологічного споживання кисню виявлена у лютому та березні (2,0 мг/дм³ при температурі води 5, 6°C).

Вміст розчиненого кисню у воді Каховського водосховища впродовж 2018 року змінювався від максимальних значень у березні (10,1 мг/дм³ при температурі води 5°C) до мінімальних у серпні (7 мг/дм³ при температурі води 27°C). Перевищення ГДКрибосп. хімічного споживання кисню, особливо впродовж травня-вересня у 1,2–1,5 рази, свідчить про суттєве забруднення води.

Значення мінералізації води в межах 298–358 мг/дм³ свідчить про її оптимальний рівень. Твердість загальна протягом періоду дослідження знаходилася у межах 3,7–4,1 мг-екв/дм³ (квітень, липень). Кольоровість води Каховського водосховища за період дослідження змінювалася від 14,1 град. до 21,5 град.

Перевищень ГДК щодо вмісту нікелю, кальцію, магнію, сульфатів, хлоридів, нітратів, нітритів, АПАР та нафтопродуктів не виявлено.

Блоковий індекс I_1 визначений в межах 1,7–2,0. Блоковий індекс I_2 визначений в межах 3,3–4,4. Блоковий індекс I_3 визначений в межах 3,8.

Загальний показник якості води Каховського водосховища за рівнем забруднення віднесено до II класу «досить чиста», стан «добрий» (середнє значення). Загальний показник якості води Каховського водосховища за рівнем забруднення віднесено до III класу «слабко забруднена», стан «задовільний» (максимальне значення).

Екологічна стійкість ландшафту території розміщення Каховського водосховища оцінена як нестабільна, з яскраво вираженою нестабільністю.

У 2020 р. найбільші вилови риби від встановленого ліміту зафіксовано для плітки (50,5%), ляща (46,3%), карася сріблястого (46,2%), судака звичайного (42,6%) та коропа (37,8%). У Каховському водосховищі найбільшу кількість виловів встановлено для карася сріблястого (67%), далі плітки (13%), ляща (7%) та рослинної риби (6%).

РОЗДІЛ 4. ВИВЧЕННЯ ВОДОСХОВИЩ НА УРОКАХ ГЕОГРАФІЇ У ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

4.1. Зміст курсу географії при вивченні водосховищ у закладах середньої освіти

Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів при вивченні водосховищ відображено в програмі затвердженій Міністерством освіти і науки України. Отримання нових знань про водосховища в учнів 6 класу здійснюється при вивченні розділу III. «Оболонки Землі», теми «Штучні водойми і водотоки: ставки, водосховища, канали». У 8 класі при вивченні розділу III. «Природні умови і ресурси України», теми «Водосховища та канали» в учнів поглиблюються знання про конкретні водосховища (Київське, Канівське, Кременчуцьке, Каховське, Дніпровське, Дніпродзержинське, Дністровське, Печенізьке) та канали (Північнокримський, Дніпро – Донбас та Каховський) (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Зміст курсу географії при вивченні водосховищ [24]

№	Очікувані результати навчально – пізнавальної діяльності учнів	Зміст навчального матеріалу
6 клас «Загальна географія»		
РОЗДІЛ III. Оболонки Землі		
1	Учень/учениця Знаннєвий компонент: <i>називає</i> суттєві ознаки понять «океан», «море», «затока», «протока», «острів», «океанічна течія», «річка», «озеро», «болото», «льодовик», «багаторічна мерзлота», «підземні води»; <i>наводить приклади</i> морів, заток, проток, островів, річок, озер, штучних водойм ; <i>пояснює</i> причини і наслідки рухів води в Світовому океані, особливості живлення і режиму вод суходолу; <i>знає і розуміє</i> негативні наслідки	Тема 3. Гідросфера Загальна кількість води на Землі, її розподіл між частинами гідросфери. Світовий океан та його частини: океани, моря, затоки, протоки. Шкала глибин, визначення глибин океанів і морів. Острови в океані. Властивості вод Світового океану. Рухи води в Світовому океані. Життя в океанах і морях. Багатства вод Світового океану. Океан та людина. Води суходолу – поверхневі і підземні. Річка: річкова система,

паводків, повеней і цунамі. Діяльнісний компонент: <i>визначає</i> особливості розподілу води між Світовим океаном і водами суходолу за відповідною діаграмою, глибини океанів і морів за шкалою глибин, залежність напрямку і характеру течії річок від рельєфу, видів живлення та режиму вод суходолу від клімату; <i>розрізняє</i> способи зображення вод суходолу на плані та карті, озера за походженням їхніх улоговин і стоком, типи боліт, покривні та гірські льодовики, штучні водойми, типи підземних вод; Ціннісний компонент: <i>оцінює</i> роль води для життєдіяльності людини та використання мінеральних і термальних вод у господарській діяльності, вплив людини на різні частини гідросфери; <i>робить висновки</i> про вплив якості питної води на здоров'я людини	басейн річки, річкова долина. Найдовші, найбільші за площею басейни й найповноводніші річки світу. Пороги і водоспади. Живлення, водний режим і робота річок. Озера, їх різноманітність за площею, походженням озерних улоговин, солоністю. Найбільші і найглибші озера земної кулі. Болота, особливості їх утворення та поширення. Штучні водойми і водотоки: ставки, водосховища, канали. Льодовики – багаторічні природні скупчення льоду. Практична робота 6. Позначення на контурній карті назв океанів, морів, проток, заток, островів, річок, озер
8 клас «Україна у світі: природа, населення»	
Розділ III. Природні умови і ресурси України	
Учень/учениця Знаннєвий компонент: <i>називає</i> складові частини вод суходолу в межах України; <i>формулює</i> визначення понять «річка», «озеро», «болото», «підземні води», «водосховище», «канал», «меандри», «тераси», «водний режим», «річковий стік», «витрата води», «водні ресурси», «твердий стік», «падіння річки», «похил річки»; <i>пояснює</i> особливості живлення та водного режиму річок, озер. Діяльнісний компонент:	Тема 3. Води суходолу і водні ресурси Склад вод суходолу. Поверхневі води. Річки. Будова річкової долини. Основні річкові басейни та системи. Вплив рельєфу на річки. Характер течії. Падіння, похил річки. Вплив клімату на формування річкової системи. Живлення і режим річок, густота річкової мережі. Річковий стік, витрати води. Озера, їх типи. Болота, їх типи і поширення, причини заболочення. Водосховища та

<i>Знаходить та показує на картах різного масштабу:</i> річкові системи: <i>Дніпра, Сіверського Донця, Південного Бугу, Дністра, Дунаю, Західного Бугу;</i> озера: <i>Ялпуг, Сасик, Шацькі, Синевир;</i> лимани: <i>Дніпровсько-Бузький, Молочний, Дністровський;</i> водосховища: <i>Київське, Канівське, Кременчуцьке, Каховське, Дніпровське, Дніпродзержинське; Дністровське; Печенізьке;</i> канали: <i>Північнокримський, Дніпро – Донбас, Каховський;</i> <i>визначає падіння та похил річки;</i> <i>характеризує водні об'єкти України, шляхи раціонального використання водних ресурсів;</i> <i>порівнює гідрографічні особливості водних об'єктів;</i> <i>аналізує можливості використання водних ресурсів.</i> Ціннісний компонент: <i>усвідомлює необхідність охорони водних ресурсів України;</i> <i>оцінює наявні водні ресурси своєї місцевості</i>	канали. Підземні води. Основні артезіанські басейни. Водні ресурси України, шляхи їх раціонального використання та охорони. Води суходолу своєї місцевості. Практична робота 7. Позначення на контурній карті назв найбільших річок, озер, водосховищ, каналів України
--	--

При вивченні зазначених тем учні розпізнають на контурних картах водосховища та канали України, класифікують їх за різними ознаками і критеріями. Шкільний курс географії в закладі середньої освіти передбачає вивчення усіх водосховищ Дніпровського каскаду.

Таким чином, вивчення Каховського водосховища на уроках географії передбачено програмою у 8 класі.

4.2. Використання інтерактивних технологій навчання на уроках географії на уроках географії

При вивченні водосховищ на уроках географії можуть використовувати методи, які дозволяють сформувати відповідні компетентності учнів. Перевага надається використанню інтерактивних методів, які дозволяють налаштувати співпрацю між всіма учасниками освітнього процесу. До таких методів належать технології кооперативного навчання.

Застосування технологій кооперативного навчання (робота в парах, в малих групах, прийоми «Два-чотири-всі разом», «Карусель», «Акваріум» тощо) на уроках географії дозволяє розвивати в учнів навички групової та колективної діяльності, співпраці, співнавчання, уміння чути іншого, робити висновки, добирати аргументи, а також виховувати відчуття колективізму та взаємоповагу. Ці технології дозволяють в цікавій формі навчити учнів встановлювати географічні закономірності, причинно-наслідкові зв'язки, добирати географічні факти, засвоювати географічні поняття та теорії, формувати географічне мислення та географічний світогляд. При використанні кооперативних технологій навчання доцільно надавати перевагу методам, заснованим на співпраці учнів, а не на змаганні [34].

Прийом «Два-чотири-всі разом» застосовують тоді, коли обговорюють проблемне питання в парі, далі четверо, а потім вже усім класом. Наприклад, «Обговорення причин створення Каховського водосховища. Пропонуємо обговорити позитивні та негативні сторони створення водосховища». Учні висловлюють свою думку та обговорюють всім класом і приходять до спільного рішення.

Технологія «Карусель» передбачає розташування учнів у внутрішньому та зовнішньому колах. Під час роботи на уроках географії учні, які знаходяться у зовнішньому колі рухаються, а ті, хто перебуває у внутрішньому колі – залишаються на місцях. Така робота може мати різні варіанти: обмін думками, збирання інформації, взаємоперевірка знань тощо [34].

Технологія «Акваріум» передбачає роботу 4-6 осіб у групах. Учні працюють не одночасно, а по черзі в центрі класу («діюча група»). Ця група обговорює проблемне питання в групі в центрі класу протягом 3-5 хвилин і доходить до спільного висновку. Учасники інших груп спостерігають за обговоренням, але не втручаються [34]. Ця технологія може бути ефективною при вивченні окремих водосховищ.

На уроках географії часто застосовується технології колективно-групового навчання. Наприклад, прийом «Мозковий штурм». Так, при вивченні водосховищ учням можна запропонувати назвати проблеми, які виникли після створення водосховищ на р. Дніпро. Учні можна поділити на 4 підгрупи та запропонувати обґрунтувати причини виникнення наступних проблем створення водосховищ:

1. Виникнення мілководь (розвиток каскадів значно збільшилися зони мілководдя);
2. Руйнування берегів (порушується динамічна рівновага й починається переформування берегів);
3. Підтоплення земель (змінюється режим, а іноді й загальний напрямок руху підземних вод, виникають нові водоносні горизонти, які до підпору були сухими).
4. Порушення земель, деградація рослинного і тваринного світу, замулення та заболочення, ефтрофікація водойм;
5. Забруднення води (акумуляування забруднення, які надходять із площі водозабору).

Усі ідеї, які будуть звучати вчитель чи один учень (ведучий) записує на дошці. Коли нових ідей вже немає, відбувається обговорення пропозицій, які записані на дошці. У процесі обговорення учні та вчитель приходять до спільної думки [21; 34].

Ефективними в процесі навчання географії є технології ситуативного моделювання, які не лише розвивають у дітей творче мислення, вміння чітко та лаконічно виражати свої думки та позицію при вирішенні проблем, але і

пропонувати власні шляхи їх розв'язання. Ця технологія передбачає моделювання різних ситуацій при яких створюється проблема, яка потребує негайного вирішення [34]. Наприклад, «Каховський магістральний канал (південний схід Херсонської області) – це штучний 130-кілометровий канал, створений у 1979 р. для потреб зрошування сільськогосподарських угідь та водопостачання сільських населених пунктів Херсонської і Запорізької областей. Що відбудеться, якщо він перестане працювати?». Учні готуються та обговорюють ситуацію, що виникла і пропонують шляхи вирішення.

Таким чином, застосування технологій кооперативного навчання (робота в парах, в малих групах, прийоми «Два-чотири-всі разом», «Карусель», «Акваріум»), колективно-групового навчання («Мозковий штурм») та ситуативного моделювання дозволяє зробити освітній процес цікавим, змістовним та сприяє формуванню необхідних компетентностей.

ВИСНОВКИ ДО 4 РОЗДІЛУ

Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів при вивченні водосховищ відображено в програмі затвердженій Міністерством освіти і науки України. Отримання нових знань про водосховища в учнів 6 класу здійснюється при вивченні розділу III. «Оболонки Землі», теми «Штучні водойми і водотоки: ставки, водосховища, канали». У 8 класі при вивченні розділу III. «Природні умови і ресурси України», теми «Водосховища та канали» в учнів поглиблюються знання про конкретні водосховища (Київське, Канівське, Кременчуцьке, Каховське, Дніпровське, Дніпродзержинське, Дністровське, Печенізьке) та канали (Північнокримський, Дніпро – Донбас та Каховський).

При вивченні водосховищ на уроках географії можна використовувати лише ті методи, які дозволяють сформувати відповідні компетентності в учнів. Перевага надається використанню інтерактивних методів, які дозволяють налаштувати співпрацю між всіма учасниками освітнього процесу.

ВИСНОВКИ

Каховське водосховище розташоване в межах територій Запорізької, Дніпропетровської та Херсонської областей. Загальна площа водосховища становить 2155 км². Довжина Каховського водосховища – 230 км, довжина берегової лінії – 896 км, середня ширина водойми – 9,4 км, середня глибина – 8,5 м (максимальна глибина біля греблі близько 36 м). Каховське водосховище використовується для судноплавства, водопостачання, зрошення, рибного господарства та рекреації.

Середньорічна біомаса фітопланктону Каховського водосховища в літній період становить 9,1 г/м³. Серед них Домінують синьо-зелені, діатомові та зелені водорості. Середньорічна біомаса зоопланктону становить 0,93 г/м³. Домінували гіллястовусі ракоподібні, веслоногі рачки та велігери дрейссени.

Загальна іхтіомаса промислових видів риб Каховського водосховища (без урахуванням інтродуцентів) станом на 2019 рік оцінена у 92,6 кг/га, в тому числі: бентофаги – 27,7 кг/га; зоопланктофаги – 45,1 кг/га, хижаки – 3,2 кг/га. Кількість бактеріопланктону коливається у межах 1,13–2,45 млн. кл./мл при біомасі 0,57–1,12 г/м³, без суттєвих змін за сезонами року.

Одним з важливих критеріїв при оцінюванні якості води Каховського водосховища є вміст важких металів. Вміст феруму протягом періоду дослідження змінювався від 0,169 мг/дм³ у січні (перевищує ГДКрибгосп. у 1,69 рази) до 0,249 мг/дм³ у лютому та червні (перевищує ГДКрибгосп. у 2,49 рази). За ГДК культурно-побутового призначення всі показники в межах нормативних значень. Концентрація мангану варіювала від 0,040 мг/дм³ у січні (перевищує ГДКрибгосп. у 4,0 рази) до 0,080 мг/дм³ (перевищує ГДКрибгосп. у 8,0 разів) у серпні. Загалом, протягом усіх місяців спостерігали перевищення вмісту ГДК для водойм рибогосподарського призначення. Вміст купруму змінювався від 0,010 мг/дм³ у травні до 0,016 мг/дм³ у червні, липні та жовтні (перевищує ГДКрибгосп. у 1,6 рази). Вміст нікелю у воді Каховського водосховища не перевищував ГДК.

Максимальне значення вмісту кальцію у воді Каховського водосховища спостерігали у травні (55,6 мг/дм³), а мінімальне у грудні (48,1 мг/дм³). Мінімальне значення вміст магнію виявлено у липні (14,66 мг/дм³), а максимальне у грудні (18,26 мг/дм³).

Концентрація сульфатів змінювалася від мінімальних значень у січні (37 мг/дм³) до максимальних у червні (70,8 мг/дм³). Вміст хлоридів у воді Каховського водосховища змінювався від 34,8 мг/дм³ у травні до 28,7 мг/дм³ у листопаді.

Максимальне значення вмісту нітрогену амонійного у воді Каховського водосховища спостерігали у липні (0,828 мг/дм³), що перевищує ГДК для водойм рибогосподарського призначення у 1,66 рази. Мінімальне значення вмісту нітрогену амонійного виявлено у грудні (0,286 мг/дм³), що знаходиться в межах допустимих значень. Концентрація нітратів впродовж року змінювалася від максимальних значень у травні (4,86 мг/дм³) до мінімальних у червні (0,96 мг/дм³). Вміст нітритів у воді Каховського водосховища змінювався від мінімальних значень 0,03 мг/дм³ (січень, лютий, червень, липень, серпень, листопад та грудень) до максимальних значень у вересні (0,045 мг/дм³).

Максимальне значення вмісту фосфатів у воді Каховського водосховища спостерігали у липні (0,553 мг/дм³), що перевищувало ГДК для водойм рибогосподарського призначення у 2,7 рази. Мінімальні показники вмісту фосфатів виявлено у грудні (0,284 мг/дм³), хоча вони перевищували ГДК у 1,4 рази. Величина рН за період дослідження змінювалася від 7,8 до 8,3.

Найвища концентрація біологічного споживання кисню зафіксована у серпні, вересні (3,9 мг/дм³ при температурі води 25, 27°C), що в 1,3 рази перевищує ГДКрибгосп (3 мг/дм³). Вміст розчиненого кисню у воді Каховського водосховища впродовж 2018 року змінювався від максимальних значень у березні (10,1 мг/дм³ при температурі води 5°C) до мінімальних у серпні (7 мг/дм³ при температурі води 27°C). Хімічне споживання кисню

змінювалося від 20 мг/дм³ при температурі води 6, 9°C (лютий, квітень) до 29,3 мг/дм³ при температурі води 25°C (вересень).

Максимальні значення сухого залишку спостерігали у червні (358 мг/дм³), а мінімальні у вересні (298 мг/дм³). Впродовж всіх місяців сухий залишок залишався в межах оптимальних значень. Твердість загальна протягом періоду дослідження знаходилася у межах 3,7–4,1 мг-екв/дм³ (квітень, липень).

Мінімальні значення АПАР спостерігали у липні та грудні (0,028 мг/дм³), а максимальні у березні та квітні (0,034 мг/дм³). Всі значення знаходилися в межах ГДК. Вміст нафтопродуктів змінювався від 0,033 мг/дм³ (січень, березень) до 0,020 мг/дм³ (грудень). Перевищень ГДК протягом періоду дослідження не було виявлено. Кольоровість води Каховського водосховища за період дослідження змінювалася від 14,1 град. (січень) до 21,5 град. (серпень). Показник знаходився в межах ГДК.

Таким чином, перевищення ГДК виявлено для феруму, мангану, купруму, нітрогену амонійного, біологічного споживання кисню та хімічного споживання кисню.

Блоковий індекс I_1 знаходиться в межах 1,7-2,0. Блоковий індекс I_2 знаходиться в межах 3,3-4,4. Блоковий індекс I_3 знаходиться в межах 3,8.

За рівнем забруднення якість води Каховського водосховища віднесено до II класу «досить чиста», стан «добрий» (середнє значення). За рівнем забруднення якість води Каховського водосховища віднесено до III класу «слабко забруднена», стан «задовільний» (максимальне значення).

Екологічна стійкість ландшафту території розміщення Каховського водосховища (Запорізька область) оцінена як нестабільна, з яскраво вираженою нестабільністю.

У Каховському водосховищі найбільшу кількість виловів встановлено для карася сріблястого (67%), далі плітки (13%), ляща (7%) та рослиноїдних риб (6%). Основу рибного промислу в Каховському водосховищі становлять види риб бореального рівнинного (80%) фауністичного комплексу.

Понтокаспійський прісноводний комплекс становить 10%, а китайський рівнинний – 6%. У свою чергу на третичний рівнинний прісноводний та понтокаспійський морський фауністичні комплекси припадає лише 4%.

Курс географії в закладах середньої освіти передбачає вивчення усіх водосховищ Дніпровського каскаду. При вивченні водосховищ учні навчаються розпізнавати їх на контурних картах та аналізувати за різними критеріями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Alex-abakumov. О спуске днепровских водохранилищ: начнут с Каховского? [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://poisk.livejournal.com/>.
2. Будівництво Каховської ГЕС-2. Виконання проектних робіт. Розробка розділу «Оцінка впливу на навколишнє середовище». Техніко-економічне обґрунтування оцінка впливу на навколишнє середовище (овнс). Заключний звіт. 2015. 133 с.
3. Вишневецький В.І., Сташук В.А., Сакевич А.М. Водогосподарський комплекс у басейні Дніпра. К.: Інтерпрес ЛТД, 2011. 188 с.
4. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: Довідник / [В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, В.А. Сташук, О.В. Чунарьов, О.Є. Ярошевич] / За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. К. : «Інтерпрес ЛТД», 2014. 164 с.
5. Гвоздецька Г.В., Старчевський М.К., Прийма А.М. Дослідження хімічного складу води окремих природних джерел курорту Східниця. // Науковий вісник НЛТУ України. 2019. Т. 29, № 1. С. 74–77.
6. Днепра как реки уже нет. Есть каскад отстойников [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://portmone.name>portmone/2008/nomer-ot-2.09.08/>.
7. Дніпровське басейнове управління водних ресурсів. К.: Держкомітет України по водному господарству, 2004. – 10 с.
8. Домбровський К.О. Макрозообентос літоралі верхів'я Каховського водосховища в умовах антропогенного впливу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.17 «Гідробіологія». К., 2005. 20с.
9. Домбровський К.О. Особливості сезонної динаміки та видовий склад макрозообентосу літоралі верхів'я Каховського водосховища // Вісник Запорізького національного університету. 2009. № 1. С. 30–39.
10. Дубняк С.С. Еколого-гідроморфологічний аналіз проблем підтоплення земель у зоні впливу Дніпровських водосховищ // Наукові праці

- Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту: Зб. наук. пр. 2007. Вип. 256. С. 293–307.
11. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Методика. КНД 211.1.4.010-94. Київ, 1994. 37с.
 12. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. / А.І.Томільцева, А.В. Яцик, В.Б. Мокін та ін. К. : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
 13. Жемеров О.О., Доц В.Г. Оцінка якості поверхневих вод суші: Методичний посібник для студентів-географів вищих навчальних закладів. Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2011. 48 с.
 14. Звіт з оцінки впливу на довкілля. Будівництво та експлуатація ПрАТ «Укргідроенерго» гідроелектростанції «Каховська ГЕС-2» в Бориславському р-ні Херсонської області. Київ, 2019. 479 с.
 15. Клементова Е., Гейниге В. Оценка экологической устойчивости сельскохозяйственного ландшафта // Мелиорация и водное хозяйство. 1995. №5. С. 33–34.
 16. Клименко В.Г., Петрова Н.В. Оцінка якості води р. Харків. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2011. 58 с.
 17. Курейшевич А.В., Піднебесна Г.А., Степашко В.С. Аналіз залежності вмісту хлорофілу а у фітопланктоні Каховського водосховища від сукупної дії факторів засобами множинної регресії // Індуктивне моделювання складних систем. 2015. Вип. 7. С. 147–153.
 18. Линник П.Н., Жежеря В.А., Линник Р.П. Лабильность металлов в поверхностных водах как важная характеристика их потенциальной биодоступности (обзор) // Гидробиологический журнал. Киев, 2018. Т. 54, № 4. С. 3–28.
 19. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах : монография. Ленинград : Гидрометеиздат, 1986. 273 с.

20. Мальцев В.И. Роль зарастания в процессах развития речной дельты в крупном равнинном водохранилище (на примере Каховского водохранилища) / В.И. Мальцев, Л.Н. Зуб // Влияние водохранилищ на водно-земельные ресурсы: Тез. докл. научно-практ. корд. совещ., 27-28 мая 1987 г. Пермь, 1987. С. 96–98.
21. Маслова Н.М., Мирза-Сіденко В.М. Застосування інтерактивних технологій навчання на уроках географії як спосіб підвищення рівня пізнавальної активності учнів. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, 2019. (185). С. 134–139.
22. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. Москва : Мир, 1987. 288 с.
23. Набиванець Ю.Б., Осадча Н.М., Гребінь В.В., Василенко Є.В., Кошкіна О.В. Розроблення плану управління районом річкового басейну Дніпра в Україні: фаза 1, крок 1 – опис характеристик району річкового басейну: звіт. Український гідрометеорологічний інститут Державної служби України з надзвичайних ситуацій та Національної Академії Наук України, 2019. 166 с.
24. Навчальна програма з географії для 6-9-х класів для загальноосвітніх навчальних закладів затверджена наказом МОН від 07.06.2017 № 804.
25. Никольский Г.В. О биологической специфике фаунистических комплексов и значение их анализа для зоогеографии // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 65–76.
26. Новіцький Р.О. Масштаби, спрямованість та наслідки інвазій чужорідних видів риб у Дніпровські водосховища: дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біологічних наук : [спец.] 03.00.10 «Іхтіологія». Ін-т гідробіології НАНУ. К., 2019. 41с.
27. О строительстве Каховской гидроэлектростанции на реке Днепре, Южно-Украинского канала, Северо-Крымского канала и об орошении земель южных районов Украины и северных районов Крыма [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://www.USSR-forever.ru/str/6-34.html>.

28. Обухов Є.В. Водне господарство України: Підручник. Одеса: «Поліграфія», 2012. 203 с.
29. Обухов Є.В. Економіко-екологічні оцінки проектів великих українських водосховищ: Монографія. – Одеса: ТОВ «ІНВАЦ», 2008. 100 с.
30. Обухов Є.В. Каховському водосховищу – 55 років // Український гідрометеорологічний журнал. 2012. №10. С. 116–125.
31. Обухов Є.В., Корягіна О.С., Корецький Є.П. Узагальнені оцінки випаровування з Каховського водосховища: Монографія. Одеса: Полиграф, 2012. 130 с.
32. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2019 році. Запоріжжя: Запорізька ОДА, 2020. 284 с.
33. Роман Е.А. Каховское водохранилище – это тоже Днепр [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.xercon.info/news/view/13253>.
34. Середня А.Г. Використання інтерактивних форм і методів навчання (робота в групах) на уроках географії. Кіровоград, 2007. 79 с.
35. Слободина В.Ш., Газизуллина Л.Н., Максютова Е.А. Мониторинг содержания ионов марганца (II) в воде, донных отложениях, снежном покрове Ижевского пруда // Вестник Удмуртского университета. Ижевск, 2005. № 8. С. 123–126.
36. Трахтенберг И.М., Колесников В.С., Луковенков В.П. Тяжелые металлы во внешней среде. Минск : Наука и техника, 1994. 285 с.
37. Федоненко Е.В., Филиппова Е.В. Оценка уровня загрязнения Запорожского водохранилища тяжелыми металлами // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия Биология. Химия. Симферополь: 2008. Т. 21 (60), № 2. С. 133–138.
38. Федоненко О.В., Єсіпова Н.Б., Шарамок Т.С., Маренков О.М. Гідроекологічний стан Каховського водосховища // Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, С. 214–222.
39. Федоненко О.В., Філіппова Є.В., Шарамок Т.С. Оцінка рівня забруднення Запорізького водосховища важкими металами за допомогою макрофітів //

Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. Ужгород, 2008. Вип. 24. С. 100–103.

40. Часова Е.В., Демчишина О.В. Кількісне визначення аніонних поверхнево-активних речовин у стічних водах // Молодий вчений. 2017. № 10. С. 10–12.
41. Шевченко І.А. Застосування сучасних підходів до визначення параметрів Дніпровських водосховищ // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки. 2017. Вип. 1. С.12–17.
42. Шерман І. М., Пилипенко Ю. В., Шевченко П. Г. Загальна іхтіологія : підруч. К. : Аграрна освіта, 2009. 454 с.
43. Щербуха А.Я. Українська номенклатура іхтіофауни України. К. : Зоомузей ННПМ НАН України, 2003. 50 с.

ДОДАТКИ:

Додаток 1

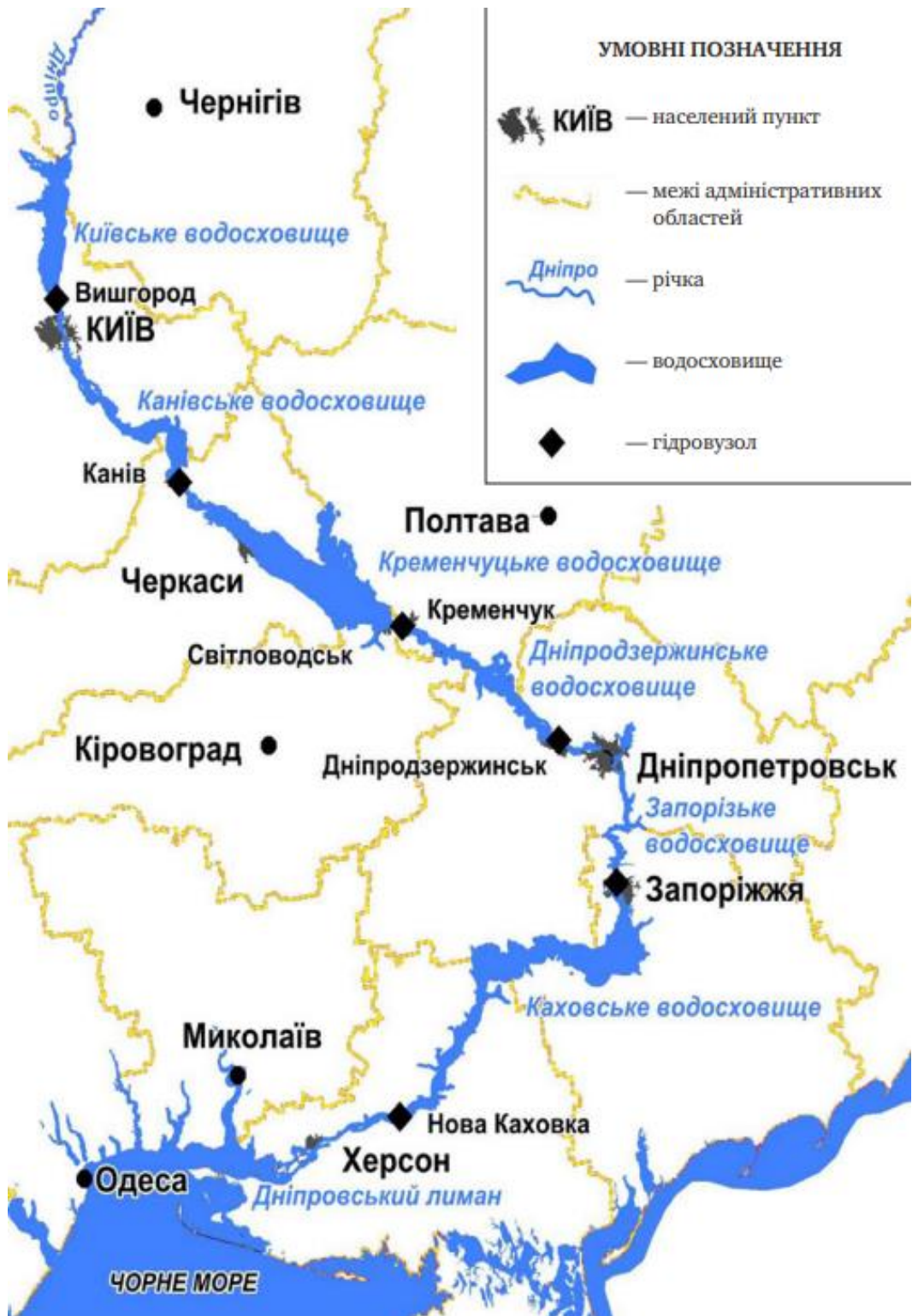


Рис. 1.1. Картосхема каскаду Дніпровських водосховищ [Водний фонд України: Штучні водойми]

Додаток 2



Рис. 1.2. Природно-заповідний фонд



Додаток 4



Рис. 1.4. Родовища корисних копалин

Додаток 5



Рис. 1.5. Ґрунти: чорноземи звичайні малоґумусні неглибокі; чорноземи звичайні малоґумусні; чорноземи південні малоґумусні; чорноземні глинисто-піщані і супіщані ґрунти

Додаток 6



Рис. 1.6. Ліси території дослідження