

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра загальної та прикладної екології і зоології**

**Кваліфікаційна робота  
магістра**

на тему ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО  
ВОДОСХОВИЩА В РАЙОНАХ ПИТНИХ ВОДОЗАБОРІВ

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE  
KREMENCHUK RESERVOIR IN THE AREAS OF DRINKING WATER INTAKES

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1012

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми Екологія та охорона навколишнього  
середовища

Чемеріс Ілля Костянтинович

Керівник

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

Рецензент

доцент, доцент, к.с/г.н. Притула Н.М.

# ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

## ЗАТВЕРДЖУЮ

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

\_\_\_\_\_ О.Ф. Рильський

«31» січня 2023 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Чемерісу Іллі Костянтиновичу

1. Тема роботи Екологічне оцінювання якості води Кременчуцького водосховища в районах питних водозаборів Ecological Assessment of the Water Quality of the Kremenchug Reservoir in the Areas of Drinking Water Intakes керівник роботи Домбровський К.О., доцент, доцент, к.б.н. затверджена наказом ЗНУ від «01» травня 2023 року № 644-с
2. Строк подання студентом роботи листопад 2023 року.
3. Вихідні дані до роботи: польові дослідження.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
  - 1) Визначити вміст деяких гідрохімічних показників у воді питних водозаборів Кременчуцького водосховища та порівняти їх із значеннями ГДК.
  - 2) Проаналізувати які саме гідрохімічні показники води водосховища перевищують нормативи ГДК.
  - 3) Оцінити якість води питних водозаборів Кременчуцького водосховища за значеннями індексу забруднення води та встановити клас якості води водойми.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): таблиць 1.1, 2.1-2.2, 3.1-3.8: рисунків 1.1-1.2, 2.1.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ім'я, по батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Притула Н.М., доцент, к.с.г.н.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 31 січня 2023 року \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	Травень-Червень 2023 р.	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	Червень-Серпень 2023 р.	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	Серпень-Вересень 2023 р.	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту	Жовтень 2023р.	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	Листопад 2023р.	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи	Грудень 2023р.	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	Грудень 2023р.	Виконано

Студент \_\_\_\_\_

І.К. Чемеріс

Керівник роботи \_\_\_\_\_

К.О. Домбровський

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер

Н.М. Притула

## РЕФЕРАТ

В роботі 78 сторінок, 11 таблиць, 3 рисунки, було використано 64 літературних джерел, із них 6 іноземною мовою.

Об'єктом дослідження є водна екосистема питних водозаборів Кременчуцького водосховища.

Предметом дослідження є компоненти екосистеми водосховища, зокрема гідрохімічні показники якості води за допомогою яких був розрахований індекс забруднення води та проведена оцінка якості води на досліджуваному водному об'єкті.

Методи досліджень: теоретичні (теоретичний аналіз, синтез і систематизація наукової літератури, вивчення літературних джерел та аналіз наявних даних щодо екосистеми водосховища) і емпіричні (розрахунковий метод оцінки якості води за індексом забруднення води (ІЗВ)).

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка якості води Кременчуцького водосховища за гідрохімічними показниками.

Визначено вміст основних гідрохімічних показників  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , фосфат-іонів, БСК<sub>5</sub>, ХСК, завислих речовин, розчинного кисню у воді Кременчуцького водосховища та було зроблено порівняння їх із значеннями ГДК. Проаналізовано, що БСК<sub>5</sub>, ХСК, азот нітритний та азот амонійний перевищують нормативи ГДК. Проведена оцінка якості води водосховища за значеннями індекса забруднення води та встановлено клас якості води деяких питних водозаборів Кременчуцького водосховища

ІНДЕКС ЗАБРУДНЕННЯ, ЯКІСТЬ ВОДИ, ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ,  
ПИТНІ ВОДОЗАБОРИ, ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ

## ABSTRACT

In the work 79 pages, 11 tables, 3 pictures were used 64 literature sources, including 6 in a foreign language.

The object of the research is the water ecosystem of drinking water intakes of the Kremenchuk reservoir.

The subject of the study is the components of the reservoir ecosystem, in particular, hydrochemical indicators of water quality, which were used to calculate the water pollution index and assess the water quality of the water body under study.

Research methods: theoretical (theoretical analysis, synthesis and systematisation of scientific literature, study of literature sources and analysis of available data on the reservoir ecosystem) and empirical (calculation method of water quality assessment using the Water Pollution Index (WPI)).

The purpose of the qualification work is to assess the water quality of the Kremenchuk reservoir by hydrochemical indicators.

Theoretically and experimentally determined the content of the main hydrochemical parameters  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , phosphate ions, manganese,  $\text{BOD}_5$ , COD, suspended solids, and dissolved oxygen in the water of the Kremenchuk reservoir and compared them with the MPC values. It was analysed that  $\text{BOD}_5$ , COD, nitrite nitrogen and ammonium nitrogen exceed the MPC standards. The water quality of the reservoir was assessed by the water pollution index and the water quality class of some drinking water intakes of the Kremenchuk reservoir was determined.

POLLUTION INDEX, WATER QUALITY, HYDROCHEMICAL  
PARAMETERS, DRINKING WATER INTAKES, SURFACE WATER

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	7
ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1 Теоретичні основи екологічної безпеки питного водопостачання як складової сталого розвитку людства.....	14
1.1.1 Санітарно-гігієнічна оцінка якості поверхневих вод .....	18
1.1.2 Оцінка якості вод за гідрохімічними показниками .....	19
1.1.3 Радіологічний стан поверхневих вод .....	21
1.1.4 Антропогенне навантаження на водні екосистеми .....	22
1.2 Основні чинники антропогенного навантаження на екосистему Кременчуцького водосховища .....	23
1.3 Моніторинг якості поверхневих вод Кременчуцького водосховища.....	35
1.3.1 Сучасний гідроекологічний стан та якість води в Кременчуцькому водосховищі .....	40
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	50
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА .....	54
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	63
4.1 Охорона праці при відборі та транспортуванні проб .....	63
4.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях .....	64
ВИСНОВКИ .....	69
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	71

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІЗВ – індекс забруднення вод;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ДІВ – джерело іонізуючого випромінювання;

ІЗА – індекс забруднення атмосфери;

НПП – національний природний парк;

ПЗФ – природно-заповідний фонд;

КБО – комплекс біологічного очищення;

ПЗРВ – пункт заховання радіоактивних відходів;

ПСЗ – пункт спостереження;

ГЕС – гідроелектростанція;

НПР – нормальний підпірний рівень;

ГМВ – горизонт меженних вод;

РЛП – регіональний ландшафтний парк;

ХСК – хімічне споживання кисню;

БСК – біохімічне споживання кисню;

БСК<sub>5</sub>, БСК<sub>20</sub>, БСК<sub>повн</sub> – споживання кисню для окислення легкоокислюваних органічних речовин впродовж 5 діб, 20 діб та повністю відповідно;

ПАР – поверхнево-активні речовини;

СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;

НЕБ – нормативи екологічної безпеки водних об'єктів.

## ВСТУП

Екологічні проблеми водних екосистем пов'язані з практично необмеженим антропогенним тиском на водні екосистеми. Господарська діяльність призводить до порушення екологічної рівноваги в трофічних ланцюгах водних об'єктів, що негативно позначається на розвитку і функціонуванні природних екосистем в цілому. Значний довготривалий антропогенний тиск спричинює до зниження стійкості водних екосистем та само стабілізації трофічних ланцюгів живлення, знешкодження забруднюючих речовин антропогенного походження. Як наслідок, здатність водойм до самоочищення знижується, погіршується якість води, зменшується видовий склад макрофітів [1].

За останні роки людство зробило великий крок вперед у розвитку екосистеми, землеробства й цивілізації. Зараз можливо стимулювати ріст рослин, вести боротьбу зі шкідниками й бур'янами, виводити нові сорти гібридів. Та поряд із цим актуальною є проблема забруднення навколишнього середовища, оскільки накопичення хімічних елементів в повітрі, воді і ґрунтах постійно збільшується [2, 3].

Водні ресурси належать до відновлювальних природних ресурсів, проте, з огляду на зростаючий вплив господарської діяльності людини, зокрема, на інтенсифікацію забруднення води і фактичну відсутність можливості користування все більшою кількістю водних об'єктів, останнім часом саме поняття відновлюваності водних ресурсів стає умовним. Вона стає однією з головних цінностей на Землі [4].

Більшість річкових і озерних систем України активно використовуються у господарській діяльності. Вони одночасно є і джерелами водозабезпечення, і приймальниками промислових, комунальних, сільськогосподарських стічних вод. Майже половину всієї забраної з них води використовує промисловість. В Україні домінують водомісткі галузі промисловості – металургійна, хімічна,



вугільна. Найбільш агресивними є стічні води хімічних виробництв. Загалом промислові підприємства скидають близько 85 % загального обсягу забруднених стічних вод. Решта забраної води приблизно порівну витрачається на потреби населення та сільського господарства, їхні стічні води істотно забруднюють водні об'єкти [5].

Як правило, стічні води комунальних підприємств попередньо очищують, однак у багатьох містах очисні споруди працюють неефективно. Сільські населені пункти практично не забезпечені очисними спорудами. Велика кількість забруднювальних речовин змивається також безпосередньо із забудованих територій міст [6].

*Метою кваліфікаційної роботи* є оцінка якості води Кременчуцького водосховища за гідрохімічними показниками.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

- 1) визначити вміст деяких гідрохімічних показників у воді питних водозаборів Кременчуцького водосховища та порівняти їх із значеннями ГДК;
- 2) проаналізувати які саме гідрохімічні показники води водосховища перевищують нормативи ГДК;
- 3) оцінити якість води питних водозаборів Кременчуцького водосховища за значеннями індексу забруднення води та встановити клас якості води водойми.

*Об'єктом дослідження* є питні водозабори Кременчуцького водосховища.

*Предмет дослідження* – оцінка якості води на досліджуваному водному об'єкті.

*Методи дослідження.* При оцінці якості води було застосовано метод оцінки якості води за індексом забруднення води (ІЗВ).

*Наукова новизна* полягає в тому, що спираючись на гідрохімічні показники вперше була проведена оцінка якості води в районах питних водозаборів Кременчуцького водосховища за допомогою використання індекса забруднення води.

## 1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Найбільше занепокоєння викликає екологічна ситуація в басейні річки Дніпро, яка забезпечує потреби у питній воді до 75% населення України. Кременчуцьке водосховище – одне з шести великих водосховищ у каскаді на річці Дніпро в Полтавській, Кіровоградській та Черкаській областях України. Використовується для зрошення, водозабезпечення та рекреації [8].

В результаті масштабного гідротехнічного будівництва ріка була перетворена в каскад із шести водосховищ, одним з яких є Кременчуцьке. «Протягом свого існування екосистема Кременчуцького водосховища потерпіла ряд трансформацій, які визвані зміною гідрологічного режиму, антропогенним впливом промислових об'єктів, сільських господарств і населених пунктів, розташованих на його берегах. В останнє десятиріччя, на фоні глобального підвищення температури повітря, в екосистемі водосховища з'явилися наслідки евтрофування водоймища за рахунок антропогенного забруднення його токсичними речовинами» [9].

В умовах антропогенного забруднення довкілля, особливо водних об'єктів, порушується екологічна рівновага у водоймищах. Як зазначила Задорожна [10], евтрофування водоймищ зумовлено їх тепловим забрудненням і є небезпечним щодо виникнення захворюваності на сальмонельоз, шигельоз та вірусний гепатит. Дія температури як фізичного чинника на строки виживання бактерій опосередкована через дію біологічних факторів – наявність та кількість у воді сапрофітної флори, біоорганічних речовин, гідробіонтів та бактеріофагів. Взаємодія внесених у воду патогенних мікроорганізмів з її власною мікрофлорою і гідробіонтами різноманітна. На формування мікрофлори водоймищ впливають клімато-географічні умови, відносна щільність, солоність, температура води, вміст кисню та інші фактори [11].

Оптимальними умовами розвитку СЗВ Кременчуцького водосховища, окрім забруднення фосфатами, також є мала швидкість водообміну, мілководдя

та температура води  $25^{\circ}\text{C}$  і вище, що спостерігається особливо в останній час [12]. «Цвітіння води» має ряд негативних наслідків, як для природи, так і для життя і діяльності людини. Масовий розвиток СЗВ веде до різкого зниження вмісту у воді кисню, що викликає замори риб. У результаті осідання і бактеріального розкладу значної біомаси при відмиранні СЗВ відбувається підвищення вмісту сірководню, аміаку та фенолу в придонних шарах води, що призводить до загибелі бентосних організмів і руйнування екотопів. Цвітіння води значно знижує якість води в джерелах водопостачання, створює серйозні складнощі у водопідготовці. Останні три десятиліття у всьому світі були відмічені надзвичайні поширення і посилення явища «цвітіння» води, що стало звичним у ставках, водосховищах, озерах і навіть морях.

Акумуляція основних елементів харчування у відновленій формі, збільшення вмісту у воді розчинених органічних речовин забезпечують СЗВ надійну трофічну базу, практично не доступну для інших водоростей, оскільки особливістю СЗВ, як найдавніших організмів в історії планети, є їх здатність розвиватися в масових кількостях в умовах середовища з відновленими формами поживних речовин, що дозволяє їм за меншими енерговитратами відновлення і захист від нестачі кисню. Розрізняють такі ступені «цвітіння»:

- I ступінь, кількість біомаси від 0,5 до 0,9 мг/дц<sup>3</sup> – слабе «цвітіння»;
- II ступінь, кількість біомаси від 1,0 до 0,9 мг/дц<sup>3</sup> – помірне «цвітіння»;
- III ступінь, кількість біомаси від 10 до 99,9 мг/дц<sup>3</sup> – сильне «цвітіння»;
- IV ступінь, кількість біомаси від 100-1000 мг/дц<sup>3</sup> – дуже сильне «цвітіння»;
- V ступінь, кількість біомаси більше 1000 г/м<sup>3</sup> – надзвичайно сильне «цвітіння».

При початковому і слабкому «цвітінні» води (I та II ступені) СЗВ збагачують воду киснем, чим сприяють самоочищенню водосховищ. Але вже при помірному «цвітінні» води (III ступінь) виникають скупчення водоростей, а їх подальше розмноження має негативні наслідки. Ці явища посилюються при сильному та дуже сильному «цвітінні» (IV і V ступені), коли концентрація

водоростей у відкритій частині водосховища досягає у першому випадку від 100-1000 г/м<sup>3</sup>, у другому – більше 1 кг/м<sup>3</sup>, а в місцях вітрових нагонів – декількох десятків кілограмів сирої біомаси [13].

В цілому, через невисокі показники трофності умови проживання молюсків схожі з умовами існування в меліоративному каналі, внаслідок відсутності течії, більш розвинене заростання вищими водними рослинами з точки зору ємності середовища. Переважаючим видом двостулкових молюсків у водосховищі є *Margaritifera margaritifera* – прісноводна мідія, в незначних кількостях зустрічаються *Unio tumidus*, *U. pictorum* аборигени українських водойм – перлівниці, а також деякі види беззубок. Мідія поширена по всій водоймі і має плямистий розподіл за наявністю відповідного субстрату для її прикріплення-очеретяна поросль, камені і друзи інших особин *Dreissena polymorpha* – річкової дрейссени, підводні предмети, раковини великих двостулкових молюсків [3].

Водні ресурси України складаються зі стоку річок та прісних підземних вод. Ресурси місцевого річкового стоку, що формується у річковій мережі на території країни, у середній за водністю рік становлять 52,4 млрд. м<sup>3</sup>, а в дуже маловодний рік 95 %-ої забезпеченості – 29,7 млрд. м<sup>3</sup> [14].

В основному, в басейнах Дніпра, Дністра, Сіверського Дінця, Південного та Західного Бугу, і малих річок Приазов'я та Причорномор'я формуються доступні для широкого використання водні ресурси.

У серпні 2002 року в Україні було створено 9 басейнових регіональних управлінь водних ресурсів, спираючись на природне формування водних ресурсів та для поліпшення системи екологічного управління водами згідно з принципами Інтегрованого управління водними ресурсами, рекомендованими для впровадження міжнародним співтовариством на Всесвітньому саміті в Йоханнесбурзі:

1. Басейнове управління водних ресурсів річки Рось (БУВР Росі).
2. Басейнове управління водних ресурсів річки Тиси (БУВР Тиси).
3. Деснянське басейнове управління водних ресурсів (Деснянське БУВР).

4. Дніпровське басейнове управління водних ресурсів (Дніпровське БУВР).
5. Дністровсько-Прутське басейнове управління водних ресурсів (Дністровсько-Прутське БУВР).
6. Дунайське басейнове управління водних ресурсів (Дунайське БУВР).
7. Західно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів (Західно-Бузьке БУВР).
8. Південно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів (Південно-Бузьке БУВР).
9. Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів (Сіверсько-Донецьке БУВР).

Реформа системи управління водними ресурсами представляє мету поліпшення соціальних умов життя населення й водопостачання в державі та зменшення збитків від шкідливих наслідків впливу вод.

У прикордонних районах України в річках басейну Дунаю зосереджено найбільшу кількість водних ресурсів (58%). Найменш забезпечені водними ресурсами є Донбас, Криворіжжя, Крим та інші південні регіони України, де зосереджено найбільші споживачі води.

Проблема забезпечення водними ресурсами в Україні є особливо гострою, оскільки за запасами води, що формуються на території країни й є доступними для використання, вона є однією з найменш забезпечених країн Європи. Мінімальний рівень водозабезпеченості, визначений ООН, становить 1,7 тис. м<sup>3</sup> на рік на 1 людину, а в Україні цей показник – лише 1,0 тис. м<sup>3</sup> [7].

Більша частина зарегульованого стоку в Україні припадає на дніпровський каскад водосховищ – загальним об'ємом 43,8 млрд. м<sup>3</sup> і корисним об'ємом – 18,5 млрд. м<sup>3</sup>. Потенційний об'єм води, що можна використати із каскаду дніпровських водосховищ, у тому числі перекидати у маловодні регіони, становить 17 млрд. м<sup>3</sup> за рік, або 49% річкового стоку розрахункового маловодного року. Проте, фактичний обсяг забору води є значно меншим.

Згідно даних [15] в останні роки об'єми забору води із Дніпра (каскаду водосховищ) зменшилися до 5,3 млрд. м<sup>3</sup>, а у 2016 році – до 4,9 млрд. м<sup>3</sup>. Також

до найбільших водосховищ належать Дністровське водосховище на р. Дністер об'ємом 3,0 млрд. м<sup>3</sup>, Червонооскільське на р. Оскол об'ємом 477 млн. м<sup>3</sup>, Печенізьке на р. Сіверський Донець – 384 млн. м<sup>3</sup>, Карачунівське на р. Інгулець – 308,5 млн. м<sup>3</sup> тощо.

На жаль, гідрологічна ситуація в окремих басейнах наближалася до критеріїв маловоддя (зокрема на річках Південний Буг та Дністер). Це стало причиною обмеження скидів із зарегульованих ділянок річок відповідно до санітарно-екологічних вимог. Внаслідок цього відзначається значне заростання русел річок, наявність ділянок стоячої води та пересихання малих річок. Однак, водогосподарський стан залишається вкрай складним незважаючи на зміну погодних умов, зменшення температури повітря та локальних опадів.

### 1.1 Теоретичні основи екологічної безпеки питного водопостачання як складової сталого розвитку людства

Якість води є характеристикою складу та властивостей води як компоненти водної екосистеми й життєвого середовища гідробіонтів, а також з точки зору придатності її для конкретних цілей використання.

У всьому світі чітко окреслюється два суттєво різних розуміння якості води, котрі умовно називають екологічним та водогосподарським.

Екологічне розуміння якості води ґрунтується на тому, що природна поверхнева вода є найважливішою складовою частиною водних екосистем, а її якість – результатом їх функціонування, і вода водойм та водотоків є єдиним можливим середовищем життя водних рослин і тварин [15].

У водогосподарському розумінні якість води є ресурсом для галузей економіки, що є придатним / непридатним за своїм складом та властивостями для окремих видів водокористування.

Ґрунтуючись на цих двох поняттях «якість води», систему класифікацій та нормативів оцінки якості водних об'єктів поділяють також на 3 основні групи: екологічну, санітарно-гігієнічну та водогосподарську (рис. 1.1).

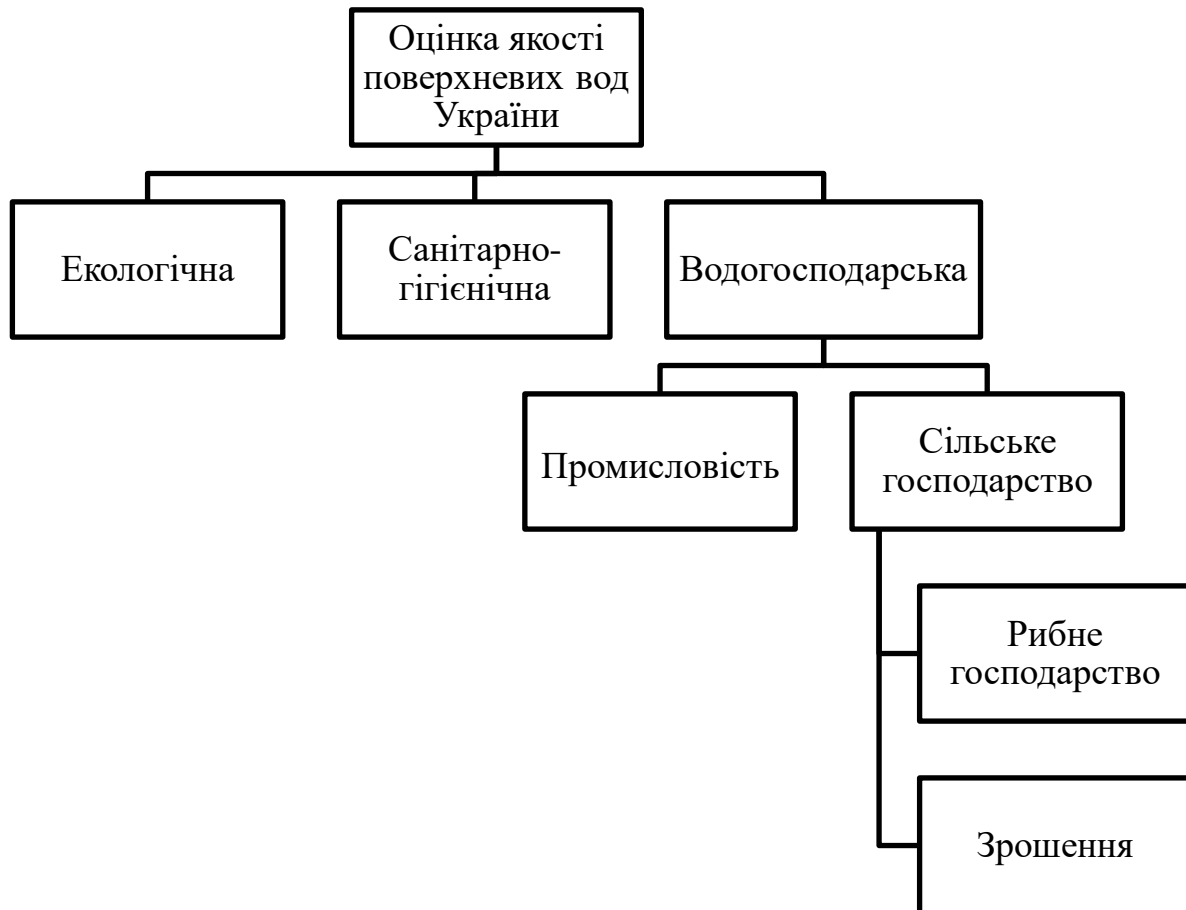


Рисунок 1.1 – Система класифікацій оцінки якості поверхневих вод України

У кожній із груп є визначальні характеристики, які відповідають призначенню нормативів й різко розмежовують групи між собою, передусім уособлюючи їх специфіку:

– в екологічній групі – галобність, трофність, сапробність, токсичність води. Головне призначення екологічних класифікацій та нормативів є охорона водних екосистем від антропогенного тиску, поліпшення їх стану шляхом використання екологічних класифікацій та нормативів якості води під час

планування та здійснення водоохоронних заходів, збереження біологічного різноманіття у водних об'єктах;

- у санітарно-гігієнічній групі – критерії, що повинні забезпечувати надійну охорону здоров'я громадян;
- у водогосподарській групі – різноманітні вимоги галузей економіки, що використовують / споживають воду природних та штучних водних об'єктів суші. Цю групу класифікацій та нормативів оцінки якості води також ділять на 3 підгрупи: для потреб рибного господарства, промисловості та сільського господарства.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод здійснюється із застосуванням Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (далі – Методика) [16], основні положення якої ґрунтуються на вітчизняному та світовому досвіді класифікації та оцінки якості поверхневих вод в екологічному аспекті, і враховує нові вимоги ЄС та ООН стосовно поліпшення якості води [17].

Згідно зазначеного нормативного документу, котрий затверджено наказом Мінекобезпеки України від 31.03.1998 № 44 як міжвідомчий керівний документ, і якому надано чинності з 01.01.1999 [16], процедура здійснення екологічної оцінки якості води складається з таких послідовних етапів:

- визначення пунктів гідроекологічних спостережень;
- групування та оброблення вихідної інформації;
- визначення класів та категорій якості річкових вод за окремими показниками й окремими блоками;
- визначення об'єднаної оцінки якості води окремих ділянок досліджуваного водного об'єкту;
- картографічного подання результатів досліджень з екологічної оцінки якості води.

Критеріальною базою методики [16] за відповідними категоріями є система екологічних класифікацій якості поверхневих вод, до якої відносять:



- класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями мінералізації;
- класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями іонного складу (класифікацію розроблено О.А. Альокіним [18]);
- класифікація якості прісних гіпо- та олігогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу;
- класифікація якості солонуватих  $\beta$ -мезогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу;
- екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями;
- екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії;
- екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями специфічних показників радіаційної дії;
- класи та категорії якості поверхневих вод суші та естуаріїв за екологічною класифікацією.

Діапазони величин усіх показників якості вод поділено на 5 класів та 7 категорій якості води із певними назвами, що характеризують відповідну якість води, як показано в екологічній класифікації за класами та категоріями якості поверхневих вод суші та естуаріїв [19]:

- I клас з однією категорією – «відмінні», «дуже чисті», оліготрофні, олігомезотрофні,  $\beta$ -олігосапробні води;
- II клас – «добрі», «чисті», мезотрофні, олігосапробні,  $\beta$ -мезосапробні води з 2 категоріями: «дуже добрі», «чисті», мезотрофні,  $\alpha$ -олігосапробні та «добрі», «досить чисті», мезоевтрофні,  $\beta$ -мезосапробні води;
- III клас – «задовільні», «забруднені», евтрофні,  $\beta$ -мезосапробні,  $\alpha$ -мезосапробні води з 2 категоріями: «задовільні», «слабко забруднені», евтрофні,  $\beta$ -мезосапробні та «посередні», «помірно забруднені», еволітрофні,  $\alpha'$ -мезосапробні води;

- IV клас з однією категорією – «погані», «брудні», політрофні,  $\alpha$ -мезосапробні води;
- V клас з однією категорією – «дуже погані», «дуже брудні», гіпертрофні, полісапробні води.

Під час оцінки впливів окремих видів господарської діяльності на стан поверхневих вод та основних угруповань водних організмів розглядають насамперед якість води, включаючи фізичні, хімічні, санітарно-гігієнічні, токсикологічні, паразитологічні та радіологічні характеристики.

### 1.1.1 Санітарно-гігієнічна оцінка якості поверхневих вод

Санітарно-гігієнічна оцінка якості поверхневих вод базується на гігієнічних вимогах і нормативах якості для водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового використання.

За ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання» здійснюється оцінка якості поверхневих вод у районах репрезентативних питних водозаборів [20].

Класифікація якості води джерел централізованого питного водопостачання за ДСТУ 4808:2007 охоплює 80 показників й має 7 окремих груп (блоків): органолептичні, загальносанітарні хімічні, гідробіологічні, мікробіологічні, паразитологічні показники, показники радіаційної безпеки та токсикологічні показники хімічного складу води.

Діапазон величин показників (критеріїв) якості води поділяються на 4 класи:

- 1-й клас – відмінна, бажана якість води;
- 2-й клас – добра, прийнятна якість води;
- 3-й клас – задовільна, прийнятна якість води;

- 4-й клас – середня, обмежено придатна, небажана якість води.

Відповідно до ДСТУ 4808:2007 оцінка якості води поверхневих джерел за екологічними та гігієнічними критеріями здійснюється за трьома методичними підходами:

- за величинами окремих показників шляхом зіставлення їх значень із відповідними критеріями якості води та визначення класу якості води для кожного показника окремо;
- за величинами інтегральних блокових індексів на підставі арифметичного оброблення емпіричних величин усіх або декількох показників окремих груп (блоків);
- за величинами інтегрального комплексного індексу, що встановлюють на підставі величин групових (блокових) індексів, обчислених за значеннями окремих показників якості води.

Проведення еколого-гігієнічної оцінки якості поверхневих вод у місцях питних водозаборів дозволяє дізнатися про:

- сучасний еколого-гігієнічний стан водного об'єкту;
- придатність його використання, як джерело питного водопостачання і шляхи покращення якості питної води за пріоритетними показниками (застосування спеціальних технологічних прийомів кондиціонування);
- проблеми питного водопостачання об'єктів водоспоживання залежно від умов функціонування водогосподарського комплексу та впровадження сучасних і перспективних водоохоронних заходів.

### 1.1.2 Оцінка якості вод за гідрохімічними показниками

Держводагентство України, як суб'єкт державної системи моніторингу навколишнього природного середовища здійснює систематичні спостереження за станом поверхневих вод у контрольних створах у районах водозаборів

комплексного призначення, водогосподарських систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання і забезпечення функціонування системи державного моніторингу навколишнього природного середовища у частині радіологічних і гідрохімічних спостережень на водних об'єктах.

У 2016 році на 436 створах у басейнах річок Дніпро, Сіверський Донець, Дністер, Дунай, Південний Буг, Західний Буг, річок Приазов'я, Причорномор'я, у тому числі на 55 водосховищах, 170 річках, 29 зрошувальних системах, 1 лимані та 11 каналах комплексного призначення були здійснені спостереження за змінами якості води за фізичними та хімічними показниками відповідно до Програми моніторингу поверхневих вод, затвердженою наказом Держводагентства України [21].

Результати проведеного моніторингу якісного стану вод водосховищ та основних водотоків басейну Дніпра у 2016 році свідчать, що якість поверхневих вод у притоках річки Дніпро у межах України здебільшого є гіршою, ніж у руслових створах Дніпра. Винятком є створ Канівського водосховища – 855,0 км, скидний канал БСА, де із 20 відібраних у 2016 році проб тільки у трьох показник ХСК був меншим  $40\text{мгО}_2/\text{дм}^3$ .

Середньорічне значення ХСК у створі становила  $68,4\text{мгО}_2/\text{дм}^3$  (за нормативами екологічної безпеки водних об'єктів для природних прісних вод (далі – НЕБ) –  $50\text{мг О}_2/\text{дм}^3$ ).

Показники із значним антропогенним впливом становили такі середньорічні значення концентрацій, як: амоній-іони –  $7,3\text{мг}/\text{дм}^3$ , нітрит-іони –  $2,6\text{мг}/\text{дм}^3$ , нітрат-іони –  $55,1\text{мг}/\text{дм}^3$ , фосфат-іони –  $4,0\text{мг}/\text{дм}^3$ , залізо загальне –  $0,25\text{мг}/\text{дм}^3$ .

За розрахунками інтегральних індексів, згідно результатів лабораторних досліджень проб води, найгіршою у басейні Дніпра виявилася якість води річок Самара, Вовча та Інгулець. У північній частині басейну Дніпра – річках Горинь, Десна, Сож – якість води є найкращою.

### 1.1.3 Радіологічний стан поверхневих вод

У рамках радіаційного моніторингу вод Держводагентством України здійснено контроль питомої активності радіонуклідів у поверхневих водах на 217 створах спостережень [21].

Радіологічний стан поверхневих вод басейну Дніпра протягом 2016 року не зазнав суттєвих змін порівняно з попередніми роками.

Вміст радіонуклідів у водах водосховищ Дніпровського каскаду та річках басейну у межах контрольованої території у цілому був стабільним, з незначним зменшенням рівнів забруднення порівняно з минулим роком.

Питома активність контрольних проб води коливалась у межах від  $0,019$  Бк/дм<sup>3</sup> до  $0,037$  Бк/дм<sup>3</sup>. Вміст радіонукліду стронцію-90 у водах басейну р. Дніпро (без р. Прип'ять та її приток) за своїми значеннями дещо менший у порівнянні з попередніми роками, що в свою чергу пояснюється зменшенням виносу радіонукліду водами р. Прип'ять під час повені у 2016 року.

Однак, радіаційний стан поверхневих вод басейну Південного Бугу є задовільним [21].

За даними радіологічного моніторингу поверхневих вод виявили активність радіонуклідів цезію-137 у пробах води нижнього Дунаю у 2016 році менше допустимих рівнів та вимірювалась від  $0,9$  пКі/дм<sup>3</sup> (у створі м. Вилкове) до  $4,2$  пКі/дм<sup>3</sup> (у створі м. Ізмаїл). За результатами вимірювань радіологічних показників стан поверхневих вод басейнів річок Тиса та Західний Буг істотно не змінився [21].

#### 1.1.4 Антропогенне навантаження на водні екосистеми

Оцінюючи антропогенне навантаження на водні екосистеми, рівень раціональності водокористування басейну ріки, системи управління водокористування доцільно використовувати такі показники [22]:

- водозабезпечення задовільне для існування екосистем за умов споживання менше 10 % річкового стоку;
- у разі використання 20% стоку потрібно обмежити водокористування та здійснити заходи із регулювання стоку;
- якщо використання перевищує 20% стоку, водний об'єкт не здатний забезпечити вимоги водокористувачів і соціально-економічний розвиток регіону;
- критичною межею є 70%, що в свою чергу, призводять до докорінного порушення стану водних систем.

Такі обмеження є особливо актуальними для малих річок, зважаючи на те, що у разі збільшення безповоротного споживання помітно зменшується здатність водотоку до саморегуляції та порушуються природні взаємозв'язки екосистеми малої річки.

Критична ситуація з водними ресурсами визначається об'ємом річкового стоку, який не може забезпечувати принаймі 10-кратного розбавлення забруднених стоків [23].

Дослідження екологічного стану водних об'єктів та вплив антропогенного навантаження на водні екосистеми необхідно спиратися на вихідну інформацію щодо:

- забруднення поверхневих вод точковими водокористувачами-забруднювачами та рівень ефективності технологій, що застосовуються на їх підприємствах;

- забруднення сільськогосподарською галуззю, через площинне забруднення вод ґрунтом, що змивається з полів; рівень організації моніторингу якості поверхневих вод басейну;
- технічний стан очисних споруд каналізації та наявність власних очисних споруд в населених пунктах;
- дотримання режиму водоохоронних зон і прибережних захисних смуг; масштаби підтоплення населених пунктів і сільгоспугідь;
- рівень паспортизації водних об'єктів; наявність екологічно небезпечних об'єктів у басейні; вплив енергокомплексів на навколишнє природне середовище; стан природної структури ландшафтів річкового басейну;
- площа розораності території басейну; спрямування господарської діяльності на території басейну;
- наявні проблеми збереження біологічного та ландшафтного різноманіття та формування екомережі в басейні річки;
- обґрунтованість заходів із залісеності території з огляду на їх фізико-географічне розташування.

Таким чином, антропогенне навантаження на водні об'єкти ніколи не зменшується, зважаючи на недотримання норм екологічної безпеки розташованими на берегах річок комунальними, промисловими та сільськогосподарськими підприємствами призводить до загибелі риби, погіршення санітарного стану водних об'єктів.

## 1.2 Основні чинники антропогенного навантаження на екосистему Кременчуцького водосховища

Кременчуцьке водосховище – одне з шести великих водосховищ у каскаді на річці Дніпро в Полтавській, Кіровоградській та Черкаській областях України, рис. 1.2. Розташоване між Канівським та Дніпродзержинським водосховищами.

Водосховище було створене греблею Кременчуцької ГЕС. Його площа займає 2252 км<sup>2</sup>, об'єм 13,5 км<sup>3</sup> (займає 2-е місце в Україні по об'єму). Довжина водосховища становить 185 км, найбільша його ширина – 30 км, а найбільша глибина дорівнює 28 м. Довжина берегової лінії постилається близько 800 км. Регулювання стоку сезонне, рівень води коливається в межах показника 5,25 м [25].

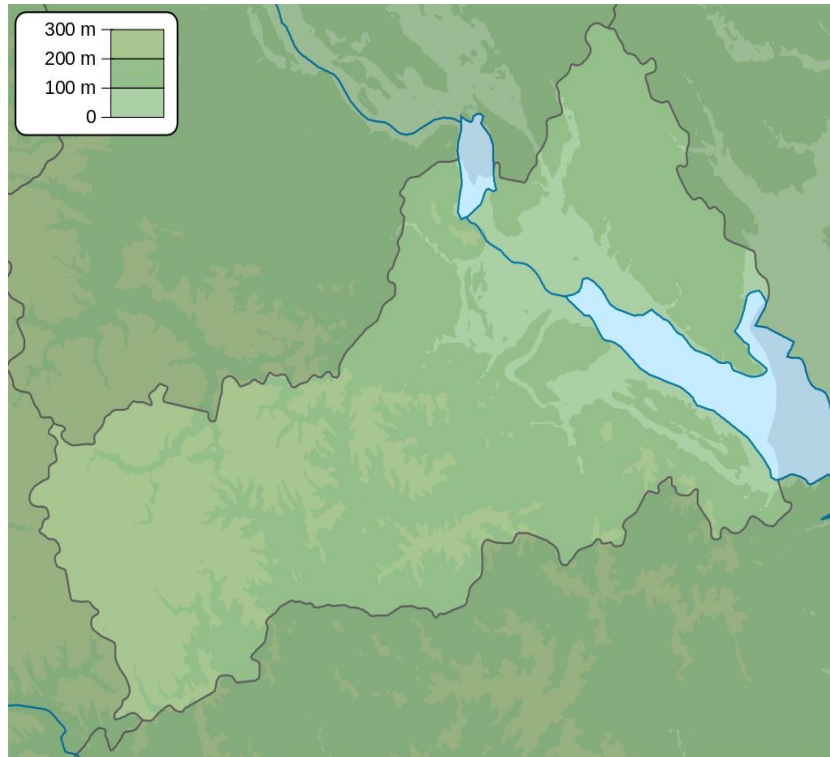


Рисунок 1.2 – Кременчуцьке водосховище

На основі морфологічних, морфометричних та гідрологічних характеристик, водосховище умовно поділяють на три частини: верхня і середня частини за фізико-географічним районуванням України, розташовані в межах Дніпровського заплавно-борового району північної лісостепової області, нижня частина водосховища та територія Сульської затоки входить до Оболонсько-Градизького району південної лісостепової області, Лівобережно-Дніпровської, Лісостепової провінції, Лісостепової зони України [26].



Водосховище має досить високі уривисті береги (до 30-40 м). Берег попід кручами, розділеними ярами, піщаний. В зимовий період вода у водосховищі покривається кригою, товща якої сягає до 50 см, при сурових зимових температурах товща крижаного покриву може сягати і 80 см, в основному це спостерігається в період з грудня місяця по березень. Режим рівнів водообміну характеризується весняним наповненням і зимовим спрацюванням та спостерігається у водосховищі 2,5-4 рази на рік [26]. Внаслідок затоплення долини Середнього Дніпра географія островів тут суттєво змінилася, були затоплені плавні з численними давніми островами у місці злиття Сули з Дніпром (нині озерна частина водосховища).

При заповненні водосховища були затоплені 212 населених пунктів, або 39,6 тисяч дворів з населенням 133 тисяч осіб. Найбільшим з них було місто Новогеоргіївськ [26].

Температурний режим у теплий період року сприяє розвитку зоо- та фітопланктону. Водяна рослинність найпоширеніша на мілководді. Тут розвивається цицанія широколиста, очерет, рогіз вузьколистий, є лепешняк, рдесник, біле латаття, кушир темно-зелений. Влітку спостерігається «цвітіння води». Цей процес охоплює до 70 відсотків площі водосховища, особливо у південній частині та затоках, погіршуючи якість води. Фауна налічує 154 види зоопланктону, 180 – донних безхребетних, 50 – риб (зокрема лящ, судак, короп, плітка, синець, тюлька). Мілководдя вздовж лівого берега – місце гніздування птахів. Водяться бобер, ондатра; в острівній частині – видра, єнотоподібний собака, лисиця, горностаї [26].

Термічний режим Кременчуцького водосховища характеризується неоднорідністю розподілу температури води за довжиною, шириною й глибиною, та відрізняється нестабільним характером. Інтенсивне прогрівання водосховища відбувається спочатку поблизу гирла приток. Створення Кременчуцького водосховища сприяло покращенню умов судноплавства, та веденню аграрного господарства, тому що використовується для зрошення. Також воно відіграє важливу роль в питаннях водозабезпечення та рекреації на

берегах міст Черкаси і Світловодськ. З правого берега у водосховище впадають такі річки як Рось, Вільшанка, Ірдинка, Тясмин, Цибульник; з лівого берега: Супій, Золотоношка, Ірклій, Коврай, Баталей, Сула, Крива Руда [26].

Район Кременчуцького водосховища розташований в межах двох гідрогеологічних провінцій: Українського кристалічного щита і ДніпровськоДонецького артезіанського басейну. У природних умовах режим ґрунтового водоносного горизонту формувалася під впливом р. Дніпро, його притоків і кліматичних чинників. Спостерігався тісний гідравлічний взаємозв'язок з річковими системами, що обумовлював вільне його дренивання. З наповненням водосховища, у зв'язку з розбавленням ґрунтових вод більш прісними водами р. Дніпро, відзначалося зменшення їх загальної мінералізації в прибережній зоні до 2-3 км в основному в 1,5-2,0 рази [27].

Створення Кременчуцького водосховища негативно позначилося на прилеглих територіях, тому що стало чинником широкомасштабних змін гідрогеологічних умов. В перші роки після заповнення водосховища спостерігався інтенсивний процес фільтрації, який може продовжуватись безперервно протягом досить тривалого часу. По мірі підвищення рівнів водоносних горизонтів фільтрація зменшується і носить сезонний характер. Як правило це приводить до значного підйому рівнів в прилеглих водоносних пластах, а також до сухих відкладів порід. Величина підйому рівнів підземних вод і розвиток підпору визначають сукупністю наступних природних і антропогенних факторів та умов: рівневим режимом, характером заповнення штучного водоймища і геолого-гідрогеологічними умовами берегової зони [27].

Кременчуцьке водосховище являється основним регулятором стоку Дніпра. Режим його роботи визначається вимогами всіх учасників водогосподарського комплексу Дніпровського каскаду і міркуваннями що до економічних витрат водних ресурсів в літній та осінній періоди. Режим роботи Кременчуцького водосховища також залежить від режиму роботи Каховського водосховища, так як з другого здійснюються найбільші забори води з річки Дніпро. Водозабір з Кременчуцького водосховища здійснюється для

господарсько-питних потреб міст Кіровограда й Світловодська, і для кількох великих промислових підприємств Черкаської і Полтавської областей. Найбільшим водозабірним вузлом тут є насосна станція каналу Дніпро-Інгулець [28].

Створення Кременчуцького водосховища почалось після перекриття русла річки Дніпро греблею Кременчуцької ГЕС у районі сіл Недогарки– Таборище 5 жовтня 1959 р. До кінця року відмітка рівня води досягла 69,1 м, площа затоплення сягала 9 тис. га (що становить 4 % від проектної площі затоплення), а підпір води розтягнувся до річок Цибульник і Сула. До березня 1960 року рівень води, становив вже 70,1 м, залита площа збільшилася до 29 тис. га [28]. Утворене водосховище мало сприятливі гідрологічні показники для рибогосподарської діяльності (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Характеристика гідрологічних показників Кременчуцького водосховища після його заповнення 1960-1961 рр.

Показники	Значення
Нормальний підпірний рівень, м	81,0
Площа, тис. га	225,2
Об'єм, км <sup>3</sup> :	
повний	13,5
корисний	8,9
Глибина, м :	
максимальна	24,0
середня	6,0
Кількість обмінів протягом року	2,5-4
Площа мілководних ділянок (до 2 м), %	18
Спрацювання рівня, м	4,0-6,0
Довжина берегової лінії, км	800,0
Довжина дамби та берегоукріплення, км	145,3

До середини січня 1961 року рівень вод піднявся до 78,5 м, до початку березня місяця вже спостерігалось зимове спрацювання (до 75,7 м). Відмітка НПР 81,0 м була досягнута 15 червня 1961 р [28].

Після створення греблі довжина Кременчуцького водосховища за віссю зменшилася до 149 км. Водосховище має такі морфометричні показники, за умови нормального підпірного рівня: висота над рівнем моря дорівнює 81 м; площа водного дзеркала складає 2250 км<sup>2</sup>, повний об'єм дорівнює 13 520 млн. м<sup>3</sup>, середня глибина сягає 6 м; найбільша глибина складає 20 м; середня ширина дорівнює 15,1 км; найбільша ширина складає 28 км; довжина берегової лінії простирається на 586 км; коефіцієнт розвитку берегової лінії дорівнює 8,43. Площа акваторії за НПР дорівнює 225 000 га [28].

Кременчуцьке водосховище розташоване у помірно – континентальній кліматичній зоні й належить до водойм, які добре прогриваються. Цьому сприяє його ширина, завдяки якій спостерігається інтенсивне вітрове перемішування в середній і нижній частинах водосховища, наслідком чого температура розподіляється рівномірно і горизонтально. Водозбірна площа належить до типових багато гумусових чорноземів і сірих лісових ґрунтів [28].

Дніпро поділяється на 3 частини за характером долини та русла:

- верхній Дніпро – від витoku до м. Києва (1375 км);
- середній Дніпро – від м. Києва до м. Запоріжжя (570 км);
- нижній Дніпро – від м. Запоріжжя до гирла (340 км).

Стік Дніпра зарегульовано греблями. Україна належить до маловодних країн, і зарегулювання стоку було розпочато в 1931 році біля м. Запоріжжя нижче дніпровських порогів. Саме тоді в 1931 році створили найбільшу ГЕС (ДніпроГЕС) та Дніпровське водосховище.

У період 1956-1965 роки на Дніпрі побудували ще 4 ГЕС та 4 водосховища. А саме: Київське на верхньому Дніпрі, Кременчуцьке та Дніпродзержинське (нині Середньодніпровське) – на середньому Дніпрі та Каховське – на нижньому Дніпрі.

У 1972 році після побудови Канівської ГЕС та створення Канівського водосховища річку Дніпро було перетворено на каскад із 6 водосховищ із загальною площею водного дзеркала близько 7 тис. км<sup>2</sup> [30].

Створення в басейні Дніпра каскаду водосховищ та фактори зростаючого забруднення води призвело до істотних змін його гідрохімічного та санітарно-біологічного режимів.

Внаслідок природної та антропогенної евтрофікації збільшується вміст біогенних речовин у водних екосистемах, а у разі природної евтрофікації збільшення вмісту біогенних речовин відбувається за рахунок автохтонних процесів розпаду органічних речовин, азот фіксації та переходу у воду біогенних елементів з донних відкладів. Джерелом збільшення вмісту біогенних речовин у водоймах при антропогенній евтрофікації є сільськогосподарський стік, скиди із тваринницьких ферм, комунально-побутові та промислові стічні води, що містять значну кількість азоту та фосфору.

Причиною прискореної евтрофікації можливе у разі зарегулювання стоку річок, коли велика кількість біогенних елементів вимивається із затоплених ґрунтів. Для евтрофікації водойм характерним являється збільшення біомаси фітопланктону до рівня «цвітіння» води та інших автотрофних організмів (нитчасті водорості, фітомікробентос). При масовому відмиранні водоростей та інших автотрофних організмів може стати зменшення концентрації розчинного кисню, що використовується на мінералізацію фітомаси. Між продукцією автотрофних організмів та загальною деструкцією органічної речовини у результаті дихання гідробіонтів (біологічне окислення), і хімічного окислення органічної речовини може бути невідповідність. Однак, органічної речовини у водоймах утворюється більше, ніж її можуть розкласти мікроорганізми. Залежно від кількості біогенів, що можуть надходити у водну масу, відбувається прискорений перехід оліготрофних водойм у мезотрофні та евтрофні [31].

В евтрофних водоймах суттєво змінюються фізико-хімічні властивості середовища, і у високоевтрофних водоймах видове різноманіття флори є дещо збіднілим. В цих водоймах переважають представники таких 3 родів водоростей

– *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*, що утворюють великі біомаси. Це біологічне явище називається «цвітінням» тому, що внаслідок масового розвитку планктонних водоростей вода набуває забарвлення (синьо-зеленого, зеленого, червоного, бурого) залежно від пігментів видів-забруднювачів.

Найсприятливіші екологічні умови для «цвітіння» створюються під час зарегулювання рівнинних річок – Дніпра, Дністра, Волги, Дону, коли затоплено великі рівнинні площі (в минулому – ліси, луки, сільгоспугіддя), що привело до потрапляння у водні маси великої кількості біогенних речовин.

У водосховищах Дніпра *Microcystis aeruginosa* може утворювати монокультуру з біомасою до 40 кг на 1 м<sup>3</sup>. Зоопланктон під час «цвітіння» води є пригніченим і дуже збідненим, бо його живлення колоніями синьо-зелених водоростей роду *Microcystis* не є можливим внаслідок великого розміру та токсичних екзометаболітів колоній цих водоростей. Риби уникають скупчення синьо-зелених із тих самих причин. Представники аборигенної іхтіофауни Дніпра практично не споживають колонії синьо-зелених водоростей, що сприяє розмноженню цих водоростей до їх величезного біотичного потенціалу. Саме представники синьо-зелених водоростей роду *Microcystis* опанували життєвий простір внаслідок наявності спор у циклі їх розвитку, що робить цей вид водоростей стійким до змін умов середовища, а також відсутності відносно них споживача у трофічних ланцюгах. У плямах «цвітіння» виникають замори риби, яка гине внаслідок забивання зябер, кисневого дефіциту та отруєння токсикантами водоростей. Найбільше водоростей наганяється вітровими хвилями у затоки та бухти, де вони утворюють настільки високі концентрації біомаси, що не дають рухатись човнам. Для попередження та зменшення масштабів антропогенної евтрофікації необхідними є обмеження потрапляння у водойми азоту та фосфору зі стічними водами, застосування водоохоронних зон на берегах річок, озер, водосховищ.

Перспективною є фітомеліорація – культивування вищої водної рослинності у прибережних зонах з метою затримання та накопичення біогенних елементів з полів, ферм та населених пунктів. Отже, «цвітіння» води –

екосистемне явище, пов'язане зі зміною гідрологічних та гідрохімічних умов у водоймах, що має місце у разі перетворинні річок у водосховища. Після аварії на ЧАЕС встановлено, що *Microcystis aeruginosa* є концентратором радіонуклідів з коефіцієнтом накопичення  $10^4$ , що в 10 тис. разів більше порівняно з концентрацією радіонуклідів у воді. Значний вклад у з'ясуванні біологічної сутності явища «цвітіння» води, його причин та закономірностей зроблено колективом вчених Інституту гідробіології НАНУ на чолі з академіком О.В. Топачевським, що знайшло відображення у відповідних монографіях. Значення дніпровських водосховищ для економіки України є величезним, оскільки в них зберігається понад 80 % водних ресурсів нашої країни. Дніпровські водосховища використовуються для питного та технічного водопостачання, зрошення земель на півдні України, вироблення електроенергії, для водного транспорту, рибного господарства, видобутку алювію. Різкі зміни природних умов, що сталися в результаті зарегулювання стоку Дніпра, істотно позначилися на структурі рибного стада [32]. Наприклад, відбулось істотне зменшення чисельності осетрових, оскільки вони позбавлені можливості діставатися до нерестових ділянок. З іншого боку, істотно збільшилась частка фітофільних видів, які нерестяться на рослинному субстраті. Отже, наслідком завдань є поліпшення стану нерестових ділянок. Більшість мілководних ділянок, де відбувається нерест, заросла повітряно-водною рослинністю (комиш, тростина, рогаз). На одних мілководдях здійснено наживи, інші відокремлено для спеціальних товарних рибних господарств. Щодо рибних ресурсів, то слід зазначити здійснення зариблення водосховищ цінними промисловими видами. Насамперед, це білий та строкатий товстолобики, білий амур, які інтродуковані із Китаю та Далекого Сходу. Тепер ця риба має помітну складову у виловах, передусім у Каховському водосховищі. Дніпро та його притоки є важливими водоприймачами стічних вод.

Дніпровські водосховища мають позитивну та негативну роль у житті понад 30 млн. громадян України, які проживають на територіях водозбору,

постійно споживають та користуються їх природними ресурсами (земельними, водними, біологічними, рекреаційними тощо) [33].

Дискутуючи щодо доцільності будівництва дніпровських водосховищ, можна сказати, що завжди є необхідність раціонального використання та охорони водних ресурсів, враховуючи їх обмеженість і постійно зростаючі потреби галузей економіки, це й досі є одним із найважливіших завдань сучасності.

Дніпровські водосховища створено у 1930-1970-х роках в українській частині басейну Дніпра. Їх місткість становить  $43,7 \text{ км}^3$ , що дорівнює 90% від загального об'єму водосховищ України, а площа водного дзеркала становить  $6941 \text{ км}^2$ . Корисний об'єм дніпровських водосховищ становить  $18,5 \text{ км}^3$ . Майже 50% цієї води забирається на промислові потреби, решта по 25% використовується на комунально-побутові та сільськогосподарські потреби.

Із накопичених водних ресурсів дніпровських водосховищ вода надходить у південні та південно-східні регіони України, а саме: у Північно-Кримський канал вода подавалася з витратами  $300 \text{ м}^3/\text{с}$ ; у Головний Каховський магістральний канал –  $530 \text{ м}^3/\text{с}$ ; у канал Дніпро – Донбас –  $120 \text{ м}^3/\text{с}$ ; у канал Дніпро – Кривий Ріг – до  $40 \text{ м}^3/\text{с}$ . А також з дніпровських водосховищ живляться водоводи багатьох міст України й інші населені пункти.

Як відомо [34], користуючись водою із дніпровських водосховищ ГЕС може регулювати енергонавантаження в енергосистемі України під час покриття пікових навантажень впродовж доби. Наприклад, за час експлуатації (включно до 1975 року) дніпровські ГЕС виробили більше 173 млрд. кВт-год, що дало можливість заощадити 70 млн. т донецького вугілля та не забруднювати навколишнє природне середовище. Фактичне середньорічне виробництво електроенергії Дніпровським каскадом ГЕС (1980-1999 роки) становило 10058,6 млн. кВт-год.

Дніпровські водосховища також мають велике значення для водного транспорту, рибного господарства та рекреації. Адже, для водотранспортного використання водосховищ є такі переваги порівняно з річкою: після досягнення



рівня води до НПР збільшуються глибини у верхньому б'єфі, є можливість шлюзування, спрямлення судохідних трас, зменшення швидкості течії, збільшення габаритів шляху, зменшення об'ємів землечерпання для розчищення судового ходу.

Створення дніпровських водосховищ призвело до змін умов функціонування рибного господарства. Збільшення акваторії, загальної довжини берегової смуги, площі мілководь, здійснення компенсаційних заходів (будівництво нерестово-виросних господарств, риборозплідників тощо) відкрили нові можливості для інтенсифікації рибного господарства на водосховищах, проте виникли труднощі у формуванні стад цінних порід риб у нових умовах, у забезпеченні міграції риб на каскаді дніпровських водосховищ. Однак, надходження промислових стоків зменшує продуктивність зоопланктону та бентосу, збільшує біомасу водоростей (в тому числі у значній кількості синьо-зелених водоростей).

За період з 1956 року по 1982 рік загальний улов риби з дніпровських водосховищ становив 3788,28 тис. ц. Найбільший улов риби з дніпровських водосховищ спостерігався у 1972 році – 230,89 тис. ц, у 1982 році – вже 155,56 тис. ц. У Каховському водосховищі у 1972 році – 99,38 тис. ц, з ряду причин вже у 1981 році улов риби тут становив 65,43 тис. ц. До цього кількість цінних промислових риб зменшилася, а дрібної риби навпаки збільшилася. А у 1972 році у Кременчуцькому водосховищі ляща виловлено 39,3 тис. ц, а в 1979 році – 7,4 тис. ц, у ті ж роки плотви виловлено відповідно 4,8 тис. ц та 23,9 тис. ц.

Створені заповідні, заказні, мисливські та риболовні господарства на акваторії та у прибережній території водосховищ сприяли відтворенню та охороні іхтіофауни, водоплавної та борової дичини. Наприклад, у 1979 році на Київському водосховищі площа 2 заповідних мисливсько-риболовних господарств становила 30,2 тис. га, з них водна площа 9,3 тис. га; на Канівському водосховищі загальна площа 6 мисливських та мисливсько-риболовних господарств на той же час становила 186,9 тис. га, з них водна площа – 32,6 тис. га. На заплавних луках та заболоченій прибережній території водосховищ

відбувалося у зв'язку з коливанням рівнів води штучне гніздування птахів. Поєднання сприятливого стану у зоні впливу водосховищ з біотехнічними заходами сприяла збільшенню чисельності диких тварин таких, як лося, косулі, кабана, зайця та інших, а також птахів, серед яких відзначалися такі види: тетерева, крякви, чирків, лисухи та інших.

Рекреаційне використання дніпровських водосховищ включає кількість закладів (пансіонатів, дитячих таборів, будинків відпочинку, санаторіїв) більше 210 одиниць, з них 84% – бази відпочинку виробничих підприємств, учбових закладів тощо. За даними Укргідропроєкта [35], найбільше використовувалися Кременчуцьке та Каховське водосховища, куди на короткочасний відпочинок приїздило одночасно близько 160 тис. осіб, а в перспективі – більше 530 тис. осіб. Відзначалося, що рекреаційні ресурси було задіяно лише на 21%. Здійснювалися розробки зі збільшення рекреаційного освоєння закладів рекреації, в особливості організація туризму за 2 напрямками – організованим та самодіяльним. Таким чином, найпопулярнішим був транспортний туризм на судах та відпочинок на туристичних базах на узбережжі водосховищ.

Експлуатація катерів та човнів спричиняє водному середовищу в екологічному аспекті мінімальні збитки. На сьогоднішній день для вирішення питань щодо створення сприятливих науково-обґрунтованих умов з експлуатації дніпровських водосховищ були створені правові, інструктивні та методологічні основи [34].

Майбутнє Дніпровського каскаду водосховищ, залежить від нашого покоління, якому потрібно: по-перше – завжди пам'ятати про важливий аспект функціонування дніпровських водосховищ, їх здатність істотно зменшувати максимальний стік Дніпра у весняний період, Київське водосховище може зменшити максимальну витрату водопілля на 500-2000 м<sup>3</sup>/с, Канівське водосховище на 500-1000 м<sup>3</sup>/с, а робоча ємкість Кременчуцького водосховища у найкритичніші періоди здатна до зниження максимальних витрат води на 4000-10000 м<sup>3</sup>/с, що є, у свою чергу, гарантією недопущень руйнівних дій повеней нижче м. Кременчука; по-друге – питання щодо безпеки ГЕС на Дніпрі, що є

предметом постійної уваги, слід знати, що на всіх 6 Дніпровських ГЕС і Київській ГАЕС регулярно впродовж багатьох років здійснюється детальне обстеження гідротехнічних та гідроенергетичних споруд комісією у складі висококваліфікованих спеціалістів: гідротехніків, будівельників, енергетиків, механіків, екологів, медиків та інших. Про серйозне ставлення держави до питань безпеки ГЕС та гідротехнічних споруд свідчить розроблення проєкту Закону України «Про безпеку гідротехнічних споруд»; по-третє – ідея спуску Київського водосховища, що можна співставити за негативними наслідками, подібними до Чорнобильської катастрофи. Слід зазначити, що випадок такого спуску призведе до забруднень донними відкладами радіонуклідів усі дніпровські водосховища, ще є джерелом водопостачання більшості населення України.

Отже, із вищенаведеного можна сказати про збереження й дбайливе ставлення до зазначених водних об'єктів у басейні Дніпра. І для цього необхідно виконати всі водоохоронні заходи, що передбачені в Загальнодержавній цільовій програмі розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року [36], що гарантує подальше безпечне функціонування дніпровських водосховищ.

### 1.3 Моніторинг якості поверхневих вод Кременчуцького водосховища

Здійснення моніторингу якості поверхневих вод відбуваються за басейновим принципом згідно з Програмою моніторингу поверхневих вод 27 лабораторіями на 436 створах 170 річок, 29 зрошувальних систем, 1 лимані та 11 каналах комплексного призначення. Щорічний відбір проб поверхневої води та виконання близько 100 тисяч вимірювань показників, дають можливість охарактеризувати гідрохімічний та фізико-хімічний стан водних об'єктів [37,38,39]. Результати моніторингу свідчать, що якість води основних джерел

централізованого водопостачання не можна визнати задовільною. У більшості відібраних проб у контрольних створах зафіксовано перевищення нормативних значень вмісту забруднюючих речовин або показників фізико-хімічного стану поверхневих вод. Невідповідність нормативам відмічено найчастіше за показниками ХСК, БСК, кольоровість, залізо загальне, марганець, сухий залишок, жорсткість, сульфати, нафтопродукти, феноли. Спостерігається тенденція до активнішого впливу на зміни якості вод сезонних коливань температурного фону. Таким чином, літня спека спричиняє значне зменшення у воді водосховищ та у місцях міських водозаборів вмісту розчиненого кисню і, внаслідок, збільшення вмісту марганцю, органічного забруднення та «цвітіння» води.

Гідрологічні спостереження та вимірювання здійснюються за єдиною технологією відповідно до вимог нормативних документів УкрГМЦ (Настанова гідрометеорологічним станціям і постам – випуск 6, частина 1 – Гідрологічні спостереження та роботи на великих та середніх річках). Дані про щоденні витрати води, для проведення оцінки водності річки, фактичного припливу води до водосховищ та його прогнозування, розраховуються організаціями гідрометеослужби та органів водного господарства на основі графічно-табульованої залежності між рівнями та витратами води. Ці залежності встановлюються окремо для кожного гідрологічного поста на основі інструментальних вимірів витрат води, що складаються з вимірів швидкості руслового потоку та площі його перетину.

Гідрометеорологічні особливості водних об'єктів України досліджуються за достатньою інформацією моніторингу, що складається з: комплексу фактичних спостережень на стаціонарній мережі гідрометеорологічної служби за елементами гідрологічного та метеорологічного режиму; розрахунків окремих параметрів (витрати води, дефіцит вологи повітря, характеристики водного балансу); прогнозування характеристик водного та льодового режимів; складання штормових попереджень щодо загроз негативних наслідків у період високих водопіль, активного льодоутворення та руйнування льоду, можливих

заторів (зажорів), дощових паводків, маловоддя. На центральному рівні – відділом гідропрогнозів УкрГМЦ; обласному рівні – оперативно-виробничою організацією гідрометеослужби – обласним центром з гідрометеорології (ЦГМ); місцевому рівні – метеорологічними станціями здійснюється передавання даних проведених гідрометеорологічного моніторингу і оперативних гідрологічних та метеорологічних прогнозів.

Екологічна оцінка якості води – це оцінка стану водних об'єктів із використанням біологічних властивостей та інших прямих вимірювань біоти, заснована на системі біоіндикації [40, 41, 42, 43].

В Європейському Союзі відбувся перехід до оцінки екологічного стану водних об'єктів насамперед у відповідності з біологічною складовою. Основною причиною цього є той факт, що угруповання водних організмів відображають сукупний вплив факторів середовища на якість поверхневих вод.

Процедура виконання екологічної оцінки якості води складається із таких послідовних етапів:

1. визначення пунктів гідроекологічних спостережень;
2. групування та оброблення вихідної інформації;
3. визначення класів і категорій якості річкових вод за окремими показниками та окремими блоками;
4. визначення об'єднаної оцінки якості води окремих ділянок досліджуваного водного об'єкта для років різної водності (багатоводних, маловодних і середніх за водністю) й за 3 сезонами року (зима, весна, літо-осінь);
5. картографічного подання результатів досліджень з екологічної оцінки якості води [43, 44, 45].

Серед різноманітних методик оцінки якості вод все більш уживаними є біологічні методи, що базуються на розумінні того, що абіотичні властивості води визначають спектр видів, здатних тут мешкати.

Біологічні методи ґрунтуються на вивченні кількісного та якісного складів населення водойми (бактерій, рослин, тварин) та змін, що відбуваються у їх угрупованнях. Метод біоіндикації дає змогу оцінити наслідки постійного та

залпового забруднення, оскільки відповідь біоти усереднює «ефект забруднення» у часі. Біологічні методи дозволяють оцінити спроможність та інтенсивність перебігу у водоймі процесів самоочищення та відновлення екосистеми після дії забруднювача [45].

Головними перевагами біологічних методів оцінки якості води є: низька вартість водночас із серйозною науковою обґрунтованістю; швидке отримання результатів; «м'якість» для навколишнього природного середовища; можливість виявити результати впливу попереднього чи довготривалого забруднення; доступність процедур для широкого кола фахівців та активістів природоохоронного руху.

Підтримання якості води на високому рівні та збереження біорізноманіття мають стати ключовими завданнями будь-яких заходів у галузі водокористування, раціонального природокористування та здійснення природоохоронних дій у водоймах. Розпочинаючи моніторингові програми за базовий фон слід обрати середні багаторічні кількісні та якісні показники розвитку біоти, санітарно-хімічні, санітарно-мікробіологічні, паразитологічні та токсикологічні показники, а також показники гідрологічного та гідрохімічного режимів водосховищ або окремих ділянок річки [14].

Найбільшого занепокоєння викликає якісний стан водних ресурсів у зоні впливу міських систем, які використовують великі об'єми поверхневих та підземних вод для господарсько-побутових та промислових потреб, з яких 80% потрапляє до природних вод у неочищеному стані [46, 47].

Проблеми екологічного стану водних ресурсів набули глобальних масштабів і потребують невідкладних природоохоронних заходів з оптимізації водокористування для їх відновлення [48]. Особливо небезпечними є скид забруднених промислових стічних вод, несанкціоноване утворення звалищ твердих побутових відходів, відсутність організованого управління поверхневим стоком. Важливими індикаторами екологічного стану великого міста визначається якісний стан поверхневих та підземних вод, який змінюється внаслідок взаємного впливу абіотичних та антропогенних факторів [49].

Територія України є однією з найменш водозабезпечених країн Європи. Запаси місцевих водних ресурсів для нашої держави становлять 1 тис. м<sup>3</sup> на одного жителя за рік. Територіальний розподіл водних ресурсів є нерівномірним та не забезпечує промислові потреби водоемних галузей господарства. Найбільша кількість водних ресурсів зосереджена в річках водозбірного басейну Дунаю у прикордонних районах України, де потреба у воді не перевищує 5% її загальних запасів. Водні ресурси у державі формуються за рахунок атмосферних опадів, притоку транзитних вод із зарубіжних країн, місцевого стоку та підземних вод. Близько 80% становлять ресурси ріки Дніпро, що забезпечують водою майже 30 млн осіб, 2/3 всього населення України [50]. Однак внаслідок екстенсивного розвитку промисловості, низького технологічного рівня виробництва спостерігається забруднення поверхневих вод нітритним, амонійним азотом, сполуками важких металів, фенолом, нафтопродуктами, що потрапляють внаслідок скиду забруднених стічних вод.

Більшість поверхневих вод України не відповідають екологічним нормативам за рибогосподарськими та культурно-побутовими критеріями. Тому вони стають небезпечним джерелом питного водопостачання. Основним негативним фактором впливу на якість поверхневих вод є скид забруднених стічних вод з урбанізованих територій, з яких 30% становлять промислові стічні води великих міст, господарсько-побутові – 69%, стічні води сільського господарства – 0,1%. Найвищий ступінь очистки 97% мають господарсько-побутові стоки, промислові – 2,9%, інші – 0,1% [51]. Проблема ускладнюється низькою ефективністю очистки стічних вод, незадовільним технічним станом очисних споруд та повною відсутністю очистки поверхневих та дренажних стоків.

З огляду на застарілий технічний стан очисних споруд більшості міст України промислові стоки змішуються з господарсько-побутовими стоками та потрапляють до поверхневих вод з перевищенням граничнодопустимої концентрації нафтопродуктів, фенолів, заліза в десятки разів.

Особливої охорони потребують поверхневі води як найбільш уразливі до негативного антропогенного впливу із застосуванням організаційно-правових заходів покращення їх екологічного стану. При цьому пріоритетним напрямом має бути модернізація міських очисних споруд із збільшенням їх проєктної потужності, будівництво локальної системи очистки стічних вод на підприємствах, здійснення організованого управління міських поверхневих стоків, посилення контролю підприємств за дотриманням граничнодопустимого скиду стічних вод до поверхневих водних об'єктів [52].

### 1.3.1 Сучасний гідроекологічний стан та якість води в Кременчуцькому водосховищі

Гідрохімічний стан верхніх водосховищ та їх приток значною мірою впливає на якість води середніх водосховищ, особливо Кременчуцького, де акумулюється основна частина забруднення. Тут відмічається зростання вмісту марганцю, заліза загального та спостерігається високе органічне забруднення води. У 2009 році якість води Кременчуцького водосховища на всіх його водозаборах, а особливо в м. Корсунь-Шевченківський залишилась на рівні минулого року [53].

Аналіз спостережень 2009 року засвідчив, що якість води водосховищ та приток басейну Кременчуцького водосховища дещо погіршився у порівнянні з минулим роком. Відбулося підвищення показників кольоровості, ХСК, азоту амонійного, марганцю та загального заліза [54].

Завислі речовини в Кременчуцькому водосховищі формуються в умовах різкого зменшення транспортуючої здатності потоку, що призводить до помітного освітлення води в порівнянні з річковими умовами. Однією з причин каламутності вод Кременчуцького водосховища є переробка берегів вітровими хвилями. Крім того, при косому підході хвиль до берегів утворюються вздовж



берегові потоки наносів. Намули поступають у водосховище з зовні і утворюються в самому водоймищі в результаті абразії берегів і дна під впливом вітрового хвилювання, а також розвитку і відмирання фітопланктону [53].

Гідрохімічний режим Кременчуцького водосховища формується під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників. До зовнішніх належать стік річок, характер ґрунту та рослинності водозбірного басейну, сухі та вологі атмосферні опади, потрапляння різноманітних забруднювальних речовин у воду внаслідок діяльності людини. До внутрішніх чинників відносять зменшення швидкості течії, підвищення біопродуктивності й гіперпродукцію деяких видів водоростей, зміни кількісного та якісного складу органічних речовин тощо [55].

Головні іони та загальна мінералізація води. За даними багатьох досліджень, Кременчуцьке водосховище характеризується неоднорідністю вмісту багатьох інгредієнтів за повздоженою віссю акваторією і глибиною. Проте іонний склад води, на відміну від біогенних та органічних сполук, значних змін не зазнав. Згідно за класифікацією Алекіна А.О., вода водосховища належить до гідрокарбонатного класу групи кальцію. Найбільші зміни відбулися в річній динаміці мінералізації й концентрації головних іонів у результаті акумуляції у водосховищі повеневих мало мінералізованих вод [55]. Амплітуда коливань мінералізації зменшилася: в порівнянні з річним періодом нижня границя мінералізації підвищилася на 50%, а верхня – знизилася на 30%. Тобто мінералізація води протягом року стала стабільнішою, що є сприятливим для рибного господарства. В 1961-1964 рр., коли це водосховище у каскаді було головним, мінімум мінералізації припадав на весняну повінь, максимум – на період льодоставу.

В Кременчуцькому водосховищі, згідно затверджених норм, загальна мінералізація має бути не вищою  $1000 \text{ мг/дм}^3$ , вміст кальцію  $\leq 180$ , магнію  $\leq 40$ , сульфатів  $\leq 500$  і хлоридів  $\leq 300 \text{ мг/дм}^3$ . У 2005-2007 рр. Мінералізація води коливалась від 285 (в районі Дахнівки, 2006 р) до  $475 \text{ мг/дм}^3$  (біля острова Тополинний, 2007 р), що знаходиться в межах попередніх років і не перевищує встановлених норм. Загальна твердість. У 2005-2007 рр. Показники загальної

мінералізації коливались від 3,0 до 4,5 мг екв/ дм<sup>3</sup>, що нижче від норми (4-7 мг екв/дм<sup>3</sup>). Твердість води вище 4 мг екв/дм<sup>3</sup> було виявлено на таких ділянках: Червона Слобода, о. Тополиний, Максимівка та Цибульницька затока [56].

Температурний режим. Температура навесні підвищується значно швидше, ніж знижується восени. Максимально тепло спостерігається у липні–серпні, а найменше в період грудня – березня [57].

За даними 2005-2007 рр., максимальна температура води на Кременчуцькому водосховищі була зафіксована в третій декаді липня (у 2006 р. 25,5 °С і першій декаді серпня (в 2005 р 27,4 °С, і у 2007 р 28,2 °С). Початок зниження температури восени припадає на третю декаду серпня й триває всю осінь. Температура води знижується до 0 °С протягом грудня, а повний льодостав у водосховищі було зафіксовано тільки 1 лютого в 2005 р, 6 лютого – в 2006 р і 4 лютого – в 2007 р. Порівняння результатів наших досліджень з даними попередніх дослідників виявило, що водосховище замерзає пізніше – не в кінці грудня, як було встановлено раніше, а на початку лютого. Закінчення льодоставу та очищення водосховища від льоду, за даними останніх років, відбуваються в такі ж самі терміни. Виняток становить 2007 р, коли льодостав тривав менше 15 днів, а очистилося водосховище від льоду 27 лютого [57].

Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками за еколого-санітарними показниками води Кременчуцького водосховища характеризується наступним чином. Вміст завислих частинок коливався від 8,39,05 мг/дм<sup>3</sup> (2011 р.) до 18,56 (2007 р.) мг/дм<sup>3</sup>, що відповідало 2-5 категорії якості, тобто вода змінювалася в діапазоні від чистої до забрудненої. За середньозваженим показником вмісту завислих речовин вода відноситься до 4 категорії якості – слабо забруднена. За середньоарифметичними значеннями вмісту зважених часток з 2007 до 2011 рр їх вміст у воді Кременчуцького водосховища складав 9,46 мг/дм<sup>3</sup> і вода належала до 2-ї категорії якості (чиста). У водах водосховища вміст кисню коливався від 7,40 (2009 р.) до 12,72 (2011 р.) мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Тобто, за цим показником вода у різні періоди досліджень відносилася як до дуже чистої, так і брудної. За середньоарифметичними показниками насичення розчиненим

киснем вод Кременчуцького водосховища за період досліджень 2007-2011 рр. (більше 8 мг/дм<sup>3</sup>) була дуже чистою (1 категорія якості). Перманганатна окислюваність відображає, в основному, кількісні показники легкоокислюваних органічних речовин, а також, частково, гумусних сполук. Біхроматом окислюються як легко-, так і важкоокислювані органічні речовини. Зіставлення цих методів дає уявлення про якісний склад органічних речовин у природних водах. Перманганатна окиснюваність у воді Кременчуцького водосховища змінювалася від 5,2 (2010 р.) до 11,3 (2007 р.) мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, біхроматна – від 21,34 (2010 р.) до 49,85 (2009 р.) мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, що відповідає відповідно 2-5 та 3-6 категорії якості, тобто чисті – помірно забруднені органічними речовинами: за середньоарифметичним значенням – слабо забруднені органічними речовинами.

Вміст різних форм азоту у водах Кременчуцького водосховища розглянемо нижче. Концентрація амонійного азоту у воді змінювалася від 0,30 (2009 р) до 0,54 (2010 р) мг N/дм<sup>3</sup>. За середньоарифметичними даними вода Кременчуцького водосховища у всі періоди досліджень відносилась до 2-4 категорії якості – чисті – помірно забруднені. Перевищення концентрації азоту амонійного в водах Кременчуцького водосховища спостерігається в 2008 році на 3,5 на одному створі. В 2009 на одному створі, в 2010 році на 4-х створах. Максимальні показники які перевищували значення гранично допустимої концентрації (ГДК 0,39 мг/дм<sup>3</sup>) були отримані в 2009 році та в 2010 році.

Максимальні значення були отримані в 2010 році. Протягом майже всього досліджуваного періоду спостерігались перевищення вмісту концентрацій азоту нітритного в водах Кременчуцького водосховища по ГДК.

Сольовий блок. Проаналізувавши динаміку блокового індексу сольового складу (I<sub>1</sub>) якості води на Кременчуцькому водосховищі в межах Черкаської, Кіровоградської та Полтавської областей, нами було встановлено, що: оцінка якості води за критеріями забруднення компонентами сольового складу свідчить про те, що ситуація в водному об'єкті добра, якість води за критеріями належала до I і II класів: як за найгіршими, так і за середніми величинами наявних

показників. Значення індексу дорівнює ( $I_1 = 1$ ) відноситься I класу, I категорії та 1(2) субкатегорії, тобто води «відмінні», «дуже чисті» води з тенденцією наближення до категорії «дуже добрих», «чистих». За найгіршими значеннями  $I_{\text{найгір}}$  також знаходиться в межах 1 категорії та 1(2) субкатегорії та відноситься до I класу ( $I_{\text{найгір}} = 1,5$ ) – «відмінні», «дуже чисті», «чисті». Трофо-сапробіологічний блок. Екологічна оцінка якості води трофосапробіологічного блоку виконана за гідрофізичними, гідрохімічними показниками та індексами сапробності. Кінцевим підсумком оцінки є визначення ступеню трофності та зони сапробності вод згідно з екологічною класифікацією якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями. Отримані дані, щодо якості води в Кременчуцькому водосховищі свідчать про те, що якість води за трофо-сапробіологічними критеріями належать за середнім індексом ( $I_2=2,7$ ) до II класу категорії 3 та субкатегорії 2-3 – води, перехідні за якістю від «добрих», «досить чистих» до «задовільних», «слабо забруднених», а за найгіршими величинами ( $I_{2\text{найг}}=3,3$ ) наявних показників якість води також відповідає II класу категорії 3, субкатегорія 3(4) – «добрі», «досить чисті» води з тенденцією наближення до «задовільних», «слабо забруднених». Таким чином води Кременчуцького водосховища в межах Черкаської, Кіровоградської та Полтавської областей з еколого-санітарних позицій можуть вважатися в цілому «задовільними», з визначеним ухилом до погіршення якості води за трофо-сапробіологічними критеріями. Основною причиною такого стану Кременчуцького водосховища є надмірний вміст у воді сполук азоту, тобто інтенсивна евтрофікація. Блок специфічних речовин токсичної дії. При визначенні якості води за специфічними речовинами токсичної дії враховуються кількісні характеристики металів, а також фторидів, нафтопродуктів, летких фенолів та синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР). Значення індексів специфічних речовин токсичної дії свідчать про стан забрудненості вод Кременчуцького водосховища. Тут води за середніми величинами ( $I_{3\text{сєр}} = 1,14$ ) «відмінні», «дуже чисті» води та відносяться до I класу, 1 категорії, 1 субкатегорії. За найгіршими величинами значення  $I_{3\text{найг}} = 1,29$  – відноситься до I класу, категорії 1 та субкатегорія 1(2) і характеризує

стан вод як «відмінні», «дуже чисті» води з тенденцією наближення до категорії «дуже добрих», «чистих» Загальна вербальна характеристика вод для Кременчуцького водосховища - клас якості II, категорія 2, субкатегорія 2 (1) «Дуже добрі», «чисті» води з ухилом до категорії «відмінних», «дуже чистих» «задовільні», «слабо забруднені» води. Такі результати свідчать про те, що води Кременчуцького водосховища знаходяться в задовільному стані, але якщо не вживати заходів щодо покращення стану, то якість вод буде погіршуватись. Зокрема, найгірший вплив на якість води в водосховищі здійснюють такі забруднюючі речовини – нітритний азот, амонійний азот та фосфати, це свідчить про необхідність здійснення цілеспрямованих заходів з покращення екологічної ситуації і захисту екосистеми Кременчуцького водосховища в межах Черкаської, Кіровоградської та Полтавської областей. Впершу чергу ці заходи повинні бути направлені на зниження антропогенного евтрофування [54].

Актуальність проблеми полягає в тому, що штучно створене Кременчуцьке водосховище озерного типу призвело до ряду негативних наслідків, таких, як зниження здатності до самоочищення, зменшення швидкості течії та застій води у водосховищі, «цвітіння» води. Це призводить до значного погіршення якості води у водосховищі й ускладнення водозабезпечення населення якісною питною водою, а також можливого негативного впливу на стан здоров'я населення, яке використовує воду для господарського-побутового водокористування.

«Цвітіння» води за своїми масштабами відноситься до числа глобальних проблем, характерних для багатьох країн світу, як правило, високорозвинутих. Це складне біологічне явище виникає в результаті значного порушення екологічної рівноваги в гідросфері внаслідок непередуманої господарської діяльності людини [13]. Однією з головних причин виникнення «цвітіння» є інтенсивне накопичення у водосховищі біогенних, мінеральних та органічних речовин у результаті широкого використання в сільському господарстві азотовмісних мінеральних добрив на площі водозбору, скиду неочищених стоків промислових підприємств, комунально-побутових стоків, із високим вмістом фосфатів та дощових стоків.

На даний час не проведена епідеміологічна оцінка впливу продукції побутової хімії на розвиток СЗВ Кременчуцького водосховища, не визначена оцінка їх впливу на довкілля [57]. Оптимальними умовами розвитку СЗВ Кременчуцького водосховища, окрім забруднення фосфатами, також є мала швидкість водообміну, мілководдя та температура води 25°C і вище, що спостерігається особливо в останній час. «Цвітіння води» має ряд негативних наслідків, як для природи, так і для життя і діяльності людини. Масовий розвиток СЗВ веде до різкого зниження вмісту у воді кисню, що викликає замори риби. У результаті осідання і бактеріального розкладу значної біомаси при відмиранні СЗВ відбувається підвищення вмісту сірководню, аміаку та фенолу в придонних шарах води, що призводить до загибелі бентосних організмів і руйнування екотопів. Цвітіння води значно знижує якість води в джерелах водопостачання, створює серйозні складнощі у водопідготовці. Останні три десятиліття у всьому світі були відмічені надзвичайні поширення і посилення явища «цвітіння» води, що стало звичним у ставках, водосховищах, озерах і навіть морях. «Цвітінням» води в результаті масового розвитку СЗВ в основному *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena* охоплені озера, водосховища, ділянки внутрішніх морів. Вони зареєстровані в озерах Цюрихському (Швейцарія), Балатоні (Угорщина), Чад (Африка), Великих Озерах (США) та ін. «Цвітінням» охоплені Азовське й окремі ділянки Чорного моря. Найбільш гостро проблема цвітіння води постала на Кременчуцькому водосховищі, яке характеризується мілководдям, високою температурою води, обмеженим водообміном, значним скидом забруднених стічних вод, особливо органічними речовинами та фосфатами [58]. У другому та третьому кварталах у водосховищі з'являються густі шари водоростей, які нагадують масляну темно-зелену фарбу, покривають значні ділянки поверхні води. В місцях вітрових, нагонних скупчень водоростей і в «плямах цвітіння» концентрація біомаси водоростей досягає десятків і сотень кілограмів на 1 м<sup>3</sup> води. Розрізняють два типи цвітіння водоростей: закономірні (сезонні) і незакономірні (епізодичні). У водосховищі відмічаються два піки сезонних «цвітіннь» СЗВ, напочатку та в кінці літа, напочатку осені. Водночас

значні зміни погоди (висока температура води, внаслідок відсутності тривалих дощів, жарка і безвітряна погода) призводять до епізодичних «цвітінь». Також на мілководдях водосховища, побудованого на родючих землях із теплим кліматом, склалися виключно сприятливі фізико-хімічні умови для масового розвитку СЗВ (висока прозорість й освітлення води, добре прогрівання і значна кількість поживних речовин). За рік у середньому на 1 га водозбірної площі в систему водосховища надходить близько 0,5 кг фосфору і 2,6 кг азоту [59]. Не менш важливе значення у розвитку СЗВ водосховища має майже повна відсутність у них конкурентів і споживачів. Зайнявши домінуюче положення в екосистемі водосховищ, СЗВ активно його утримують.

Значну роль у життєдіяльності СЗВ відіграє змішаний тип їхнього харчування, тобто здатність як до фотосинтеза, так і до засвоєння органічних речовин. Здійснюючи фотосинтез, СЗВ можуть використовувати сонячну енергію в більш широкому спектрі, ніж інші хлорофіло вмісні рослини, що пов'язано з особливостями їхньої пігментної системи. Акумулюючи сонячне світло, СЗВ одночасно здатні безпосередньо засвоювати амінокислоти, вуглеводи й інші органічні речовини, отримуючи за рахунок їх окислювання додаткову кількість енергії. Ці фізіолого-біохімічні особливості СЗВ дозволяють їм заселяти різні біотопи, поверхню водосховища, товщу води і дно, аеробні та анаеробні ділянки і виживають там, де гинуть інші водорості. Масовому розмноженню СЗВ сприяє їх дивна властивість, стійкість до екстремального впливу багатьох екологічних факторів. Захоплювати ареал їм допомагає швидкий темп розмноження, наявність декількох їх типів життєвого циклу (ділення клітин, дроблення колоній, пробудження сплячих клітин), а також здатність до спороутворення. Збагачення водних мас розчиненими органічними речовинами також сприяє послабленню процесів мінералізації і накопиченню мулових відкладень, які при штормових замулюваннях постачають у воду велику кількість поживних елементів і рухомих органічних речовин. Рівень кисневого насичення в природних шарах водосховища в порівнянні з річкою значно зменшується, що обмежує зростання ступеня відновлення середовища [59].

Негативні наслідки «цвітіння» води для епідеміологічного стану якості води у водосховищі полягає у накопиченні, відмиранні і розкладанні значних кількостей СЗВ у місцях їхніх скупчень (плями «цвітіння») у відкритих частинах водосховища та в зонах нагону (бухти й узбережжя), що супроводжується дефіцитом кисню і виділенням різних органічних, неорганічних, у тому числі і токсичних речовин. Ці явища служать причиною загального погіршення епідеміологічного стану водосховища й ускладнень при його рекреаційному використанні, виникненні небезпечних в епідемічному відношенні ситуацій для людей (водні токсикози, алергійні захворювання, кон'юнктивіти, розвиток патогенних мікроорганізмів і серед них збудників кишкових захворювань), масових літніх заморів риб та інших тварин, перешкод на водозабірних й очисних спорудах систем господарсько-питного та технічного водопостачання. Таким чином, «цвітіння» води у водосховищі – це інтегральний результат різкої перебудови гідрологічного і гідрохімічного режиму водосховища, його підсилюючої антропогенної евтрофікації, приклад надзвичайно високої біологічної продуктивності СЗВ водосховищ, які мають виключно пристосувальні особливості [57].

У 2021 р. за хімічними показниками досліджено 335 проб води, з них не відповідає нормативам 10 проб із відхиленнями від нормативів, що становить 3%, за мікробіологічними показниками досліджено 729 проб води, з них не відповідає нормативам 169 проб, що становить 6%, за паразитологічними показниками 400 проб, із них не відповідають нормативам 9 проб, що становить 2,5%. Відмічаємо, що на території водозбору водосховища розміщено виробництво м'яса птиці, при виробництві якого застосовуються антибіотики, стимулятори росту, дезінфектанти та інші небезпечні хімічні речовини. Водночас антибіотики, стимулятори росту, дезінфектанти та інші небезпечні хімічні речовини у воді водосховища не контролюються. Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.08.2009 р. № 153, який зареєстрований у Міністерстві юстиції України і є обов'язковим до виконання всіма господарниками незалежно від форми власності, не передбачений лабораторний



контроль забруднювачів, які надходять із водозабірної території водосховища. Водосховище є джерелом водопостачання м. Черкаси з кількістю жителів 280 тис.

Встановлено, що кольоровість води в Кременчуцькому водосховищі підвищується в другому, третьому кварталах. У літній період також відмічається підвищення температури води. Ці показники взаємопов'язані, але провідним фактором є температура. Наявність у воді гумінових речовин, які утворюються внаслідок мікробіологічного руйнування водоростей, також пов'язана із забарвленням. Чим більше у воді гумінових речовин, тим інтенсивніше забарвлення, яке становить 55 градусів. Забруднення води органічними речовинами призводить до підвищення БСКп. У воді водосховища БСКп знаходиться на межі 2,5 мг/дм<sup>3</sup>. У третьому кварталі БСКп перевищує показник 2,5 мг/дм<sup>3</sup>. Показник БСКп тісно пов'язаний із перманганатною окислюваністю та розчиненим киснем, що вказує на забрудненість води водоймища органічними рештками, а пік розмноження СЗВ у серпні суттєво впливає на показник БСКп. На літній період припадає коливання таких показників, як перманганатна, біохроматна окислюваність і концентрація розчиненого кисню, температура води. Зменшення концентрації розчиненого кисню призводить до бурхливого розвитку водоростей із подальшим їх відмиранням. У воді Кременчуцького водосховища протягом останніх років відмічається зниження вмісту розчиненого кисню, особливо в третьому кварталі, і залишається в межах половини норми – не менше 4 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Мають тенденцію коливання і бактеріологічні показники. Індекс ЛКП від 500 до 6200 тис. Певна тенденція до збільшення бактеріального забруднення спостерігається в літні місяці (другий і третій квартали) [13].

## 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для оцінки якості води поверхневих водойм використовують індекс забруднення води (ІЗВ). Перевага ІЗВ полягає в тому, що він дозволяє порівняти якість води в різних річках між собою, при наявності в них різних забруднювальних речовини. Також визначення ІЗВ дозволяє виявляти тенденцію зміни якості води впродовж декількох років. Тому для оцінки якості води питних водозаборів Кременчуцького водосховища використовували саме індекс забруднення води ІЗВ.

Розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) визначається за шістьма інгредієнтами. Обов'язковими являються розчинений кисень та біохімічне споживання кисню за 5 діб (БСК<sub>5</sub>). Обчислюється середнє арифметичне значення результатів хімічних аналізів по кожному з шести компонентів. Знайдене середнє арифметичне значення кожного з параметрів порівнюється з їх ГДК (табл. 2.2) [59]. Розрахунок ІЗВ проводили за наступною формулою [60]:

$$ІЗВ = (1/6) \sum(C_i/ГДК_i), \quad (2.1)$$

де  $C_i$  – значення  $i$ -го показника якості води;

ГДК <sub>$i$</sub>  – гранично допустима концентрація  $i$ -го показника якості води;

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

За величинами розрахованих ІЗВ виконували оцінку якості води у водосховищі. Відповідно до методики оцінки якості води за індексом забруднення води виділяють наступні критерії та класи якості води (табл. 2.1).

Нами для розрахунків були обрані наступні параметри якості води: БСК<sub>5</sub>, ХСК, завислі речовини, розчинений кисень, сульфати, хлориди, амоній, нітрати, нітрити, фосфати.

Таблиця 2.1 – Критерії оцінки якості вод за індексом забруднення води

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

Вихідними даними для розрахунку ІЗВ слугували матеріали басейнової лабораторії моніторингу вод МОЗМ дніпровських водосховищ. Використовували дані гідрохімічних показників за січень–вересень 2023 року. Аналізувалися результати спостережень за 3 пунктами моніторингу (рис. 2.1).

Таблиця 2.2 – Нормативи якості води водойм рибогосподарського призначення

Речовина	ГДКр.
БСК <sub>5</sub> мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,0
Завислі речовини мг/дм <sup>3</sup>	20,0
Розчинений кисень мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\geq 6,0$
Сульфат-іони мг/дм <sup>3</sup>	100,0
Хлорид-іони мг/дм <sup>3</sup>	300,0
Амоній-іони мг/дм <sup>3</sup>	0,5
Нітрат-іони мг/дм <sup>3</sup>	40,0
Нітрит-іони мг/дм <sup>3</sup>	0,08
Фосфат-іони мг/дм <sup>3</sup>	3,50
Перманганатна окислюваність мг/дм <sup>3</sup>	3,0
ХСК мг/дм <sup>3</sup>	2,0

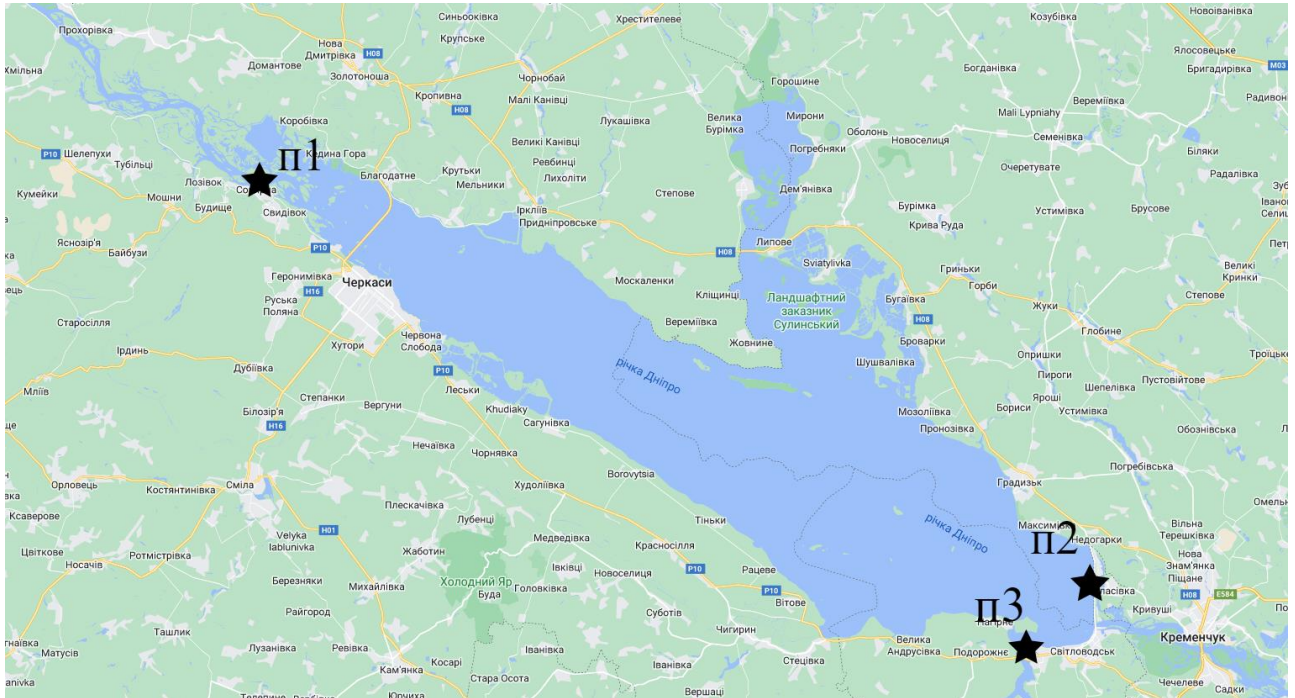


Рисунок 2.1 – Розташування постів контролю якості води (Карта: Google Maps)

Пост спостереження № 1 (п1) – ID 27016, р. Дніпро, 678 км, с. Сокирне, (Кременчуцьке водосховище) питний водозабір м. Черкаси.

Пост спостереження № 2 (п2) – ID 27018, р. Дніпро, 580 км, с. Власівка, (Кременчуцьке водосховище) лівий берег, Власівський водозабір КП «Кременчукводоканал» Кременчуцької міської ради.

Пост спостереження № 3 (п3) – ID 27019, р. Дніпро, 580 км, питний водозабір міста Світловодськ, (Кременчуцьке водосховище) правий берег [61].

До класу I належать водні об'єкти, які зазнають незначного антропогенного впливу. Значення хімічного складу води та водно-біологічних показників близькі до природних значень для даної місцевості. Клас II – водні об'єкти, де зміни під впливом антропогенного навантаження є незначними, але екологічна рівновага не порушена. До III класу належать водні об'єкти, які демонструють значні зміни порівняно з природними водами, а рівень змін наближається до меж екологічної стійкості. Водні об'єкти IV і VI класів – це

об'єкти з порушеними екологічними параметрами, екологічний стан, яких оцінюється як екологічний спад.

Для оцінки якості води на ділянках питних водозаборів було використано відкриті дані щодо моніторингу якості поверхневих вод Державного агентства водних ресурсів України (за 2023 рік).

## 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Відповідно до проведених досліджень за 5 пунктами моніторингу (постів спостереження) Кременчуцького водосховища, ми визначили гідрохімічні показники якості води (таблиці 3.1–3.7).

Таблиця 3.1 – Гідрохімічні показники води (п1) р. Дніпро, 678 км, с. Сокирне, (Кременчуцьке водосховище) питний в/з м. Черкаси (мг/дм<sup>3</sup>)

Дата	БСК <sub>5</sub>	Завислі речовини	Розчинений кисень	Сульфат-іони	Хлорид-іони
17.01.2023	–	11.0	8.80	26.0	20.0
13.02.2023	4.0	13.0	10.00	32.0	18.0
13.03.2023	3.8	12.0	9.59	35.0	14.0
03.04.2023	3.0	5.0	9.09	32.0	18.0
19.07.2023	4.9	14.0	5.70	25.0	13.0
01.08.2023	4.6	18.0	5.29	25.0	19.0
04.09.2020	4.1	18.0	7.59	24.0	19.0

Отже, гідрохімічні показники посту спостереження № 1 (табл. 3.1) показують перевищення нормативів ГДК – біохімічного споживання кисню (за 5 діб) з лютого місяця по вересень майже у 2 рази концентрації, якого змінювались в межах від 2,45 ГДКр. (липень) до 1,5 ГДКр. (квітень). Концентрація розчиненого кисню у воді дослідженої ділянки була у межах 5,29–10,00. Концентрація розчиненого кисню у воді дослідженого водосховища була високою, що сприяло більш інтенсивному окисненню органічних речовин у воді аеробними мікроорганізмами. Це в свою чергу позитивно впливало на

процеси самоочищення данної водної екосистеми за досліджений період. Низькі значення розчиненого кисню у воді були виявлені лише в липні-серпні.

Показники азоту амонійного  $\text{NH}_4^+$  мали незначні перевищення у порівнянні з ГДК відповідно до табл. 3.2. Максимальні значення  $\text{NH}_4^+$  були на рівні 1,42 ГДКр, а мінімальні на рівні 0,82 ГДКр.

Таблиця 3.2 – Гідрохімічні показники води (п1) р. Дніпро, 678 км, с. Сокирне, (Кременчуцьке водосховище) питний в/з м. Черкаси (мг/дм<sup>3</sup>)

Дата	Амоній-іони	Нітрат-іони	Нітрит-іони	Фосфат-іони	ХСК
17.01.2023	0.48	5.79	0.09	0.330	35.0
13.02.2023	0.51	7.0	6.10	0.239	40.0
13.03.2023	0.69	–	0.03	0.179	45.0
03.04.2023	0.41	5.29	3.40	0.149	44.0
19.07.2023	0.69	1.00	5.00	0.409	46.0
01.08.2023	0.71	0.82	7.39	0.510	44.0
04.09.2020	0.55	–	7.39	0.739	39.0

Проте, показники азоту нітритного перевищували значення ГДК у 6-7 разів у лютому, серпні-вересні місяці. Стосовно інших гідрохімічних показників якості води, так було виявлено перевищення значень показника ХСК від рибогосподарських нормативів в 33-44 рази, а його значення коливались у межах від 17,50 мг/дм<sup>3</sup> (січень) до 23,00 мг/дм<sup>3</sup> (липень). Концентрація фосфатів у воді водосховища не перевищувала значення ГДК та була в нормі і відповідавала нормативам рибогосподарського призначення.

Високий вміст та максимальне перевищення ГДК нітрит-іонів у воді створу № 1 було встановлено протягом двох місяців (серпень, вересень) і

перевищувало ГДКр. в 92 рази. Середня концентрація нітритів у воді питного водозабору протягом досліджуваного часу дорівнює 52,51 ГДКр.

Виходячи із отриманих даних табл. 3.3 можна побачити, що концентрація біохімічного споживання кисню (за 5 діб) на Власівському водозабір (КП «Кременчукводоканал») змінювалась в межах від 2,5 ГДКр. (липень) до 1,94 ГДКр. (березень). Показники таких речовин як сульфат-іони та хлорид-іони мали нижчі показники порівняно з ГДК і відповідали вимогам щодо водойм рибогосподарського призначення. Концентрація розчиненого кисню у воді дослідженого водосховища була високою і також відповідала нормативам.

Таблиця 3.3 – Гідрохімічні показники води (п2) р. Дніпро, 580 км, с. Власівка, (Кременчуцьке водосховище) лівий берег, Власівський водозабір КП «Кременчукводоканал» Кременчуцької міської ради (мг/дм<sup>3</sup>)

Дата	БСК <sub>5</sub>	Завислі речовини	Розчинений кисень	Сульфат-іони	Хлорид-іони
16.01.2023	4.08	6.40	6.88	28.0	23.0
13.02.2023	–	6.70	8.36	30.0	23.0
13.03.2023	3.88	6.29	8.73	34.0	23.0
03.04.2023	4.84	6.59	9.06	30.0	22.0
08.05.2023	4.59	7.20	8.30	36.0	23.0
06.06.2023	–	8.40	7.90	34.0	18.0
04.07.2023	5.00	7.79	8.00	34.0	28.0
01.08.2023	4.92	8.40	–	36.0	19.0
04.09.2023	4.40	7.90	6.42	32.0	26.0



Високі значення, в створі №2 (табл. 3.4),  $\text{NO}_2^-$  було зареєстровано нами протягом всіх місяців дослідження і перевищувало ГДКр. в 37 разів. Суттєвих змін протягом періоду спостереження не виявлено.

Концентрація біохімічного споживання кисню за весь період дослідження перевищувала значення ГДКр. більше ніж у 1,9–2,5 рази. Концентрація хімічного споживання кисню (ХСК) з січня по вересень 2023 р. перевищували рибогосподарській норматив більш ніж у 18,2–22,8 рази.

Таблиця 3.4 – Гідрохімічні показники води (п2) р. Дніпро, 580 км, с. Власівка, (Кременчуцьке водосховище) лівий берег, Власівський водозабір КП «Кременчукводоканал» Кременчуцької міської ради (мг/дм<sup>3</sup>)

Дата	Амоній-іони	Нітрат-іони	Нітрит-іони	Фосфат-іони	ХСК
16.01.2023	0.36	1.39	2.99	0.314	38.68
13.02.2023	0.26	1.37	2.99	0.236	37.0
13.03.2023	0.22	1.63	2.99	0.206	36.32
03.04.2023	0.24	2.09	2.99	0.186	43.0
08.05.2023	0.25	2.15	2.99	0.148	37.15
06.06.2023	0.36	1.72	2.99	0.163	40.32
04.07.2023	0.41	1.50	2.99	0.284	45.53
01.08.2023	0.44	1.63	2.99	0.281	45.24
04.09.2023	0.25	1.24	2.99	0.178	38.23

Було виявлено (табл. 3.5–3.6) на п3 перевищення нормативів для наступних показників: БСК<sub>5</sub>, нітрит-іонів та ХСК.

Значення біохімічного споживання кисню (за 5 діб) перевищували ГДК майже у 2 рази з березня місяця. Концентрації біохімічного споживання кисню

(за 5 діб) змінювались в межах від 1,93 ГДКр. (серпень) до 1,58 ГДКр. (квітень).

Сульфат-іони і хлорид-іони переважно мали менші значення у порівнянні з ГДК і відповідали вимогам щодо водойм рибогосподарського призначення. Концентрація розчиненого кисню у воді дослідженого водосховища була високою і також відповідала нормативам.

Таблиця 3.5 – Гідрохімічні показники води (п3) р. Дніпро, 580 км, питний в/з міста Світловодськ, (Кременчуцьке водосховище) правий берег (мг/дм<sup>3</sup>)

Дата	БСК <sub>5</sub>	Розчинений кисень	Сульфат-іони	Хлорид-іони
16.01.2023	–	14.35	32.02	20.76
13.03.2023	3.58	9.90	32.02	20.76
03.04.2023	3.16	–	34.02	22.86
08.05.2023	3.78	9.99	–	19.34
06.06.2023	3.57	9.44	–	15.82
10.07.2023	3.79	–	–	–
08.08.2023	3.86	7.77	–	13.98
12.09.2023	3.68	8.05	34.02	15.73

Таким чином, найвище значення перевищення, в створі №3, NO<sub>2</sub> було протягом трьох місяців (березень – травень) і перевищувало ГДКр. в 50 разів. Середня концентрація протягом досліджуваного часу дорівнює 19,14 ГДКр (табл. 3.6).

Максимальні значення фосфат-іонів спостерігалось на рівні 2,57 ГДКр. та мінімальні на рівні 0,01 ГДКр.

За даними таблиці 3.7, можна побачити зміну індексу забруднення води на (п1) р. Дніпро – село Сокирне. На досліджуваному об'єкті ІЗВ змінюється в

межах 0,61 (січень) – 16,23 (серпень).

Таблиця 3.6 – Гідрохімічні показники води (пЗ) р. Дніпро, 580 км, питний в/з міста Світловодськ, (Кременчуцьке водосховище) правий берег (мг/дм<sup>3</sup>)

Дата	Амоній-іони	Нітрат-іони	Нітрит-іони	Фосфат-іони	ХСК
16.01.2023	0.21	–	0.02	0.170	45.45
13.03.2023	0.21	1.35	4.00	0.02	45.0
03.04.2023	0.16	0.67	4.00	5.00	30.0
08.05.2023	0.28	1.44	4.00	0.01	52.48
06.06.2023	0.12	0.66	0.02	8.99	32.95
10.07.2023	0.16	0.63	0.19	8.99	41.91
08.08.2023	0.14	0.45	0.01	8.00	45.87
12.09.2023	0.17	0.41	0.01	0.22	43.82

В 2023 року вода в районі питного водозабору село Сокирне Кременчуцького водосховища відносяться до VI класу якості і оцінюється як дуже брудна.

Екологічний стан р. Дніпро на посту спостереження № 1 – село Сокирне протягом 9 місяців оцінюється як екологічний регрес. Така якість води пов'язана із значними перевищеннями гідрохімічних показників над показниками ГДК рибогосподарського призначення, особливо БСК<sub>5</sub>, нітрит-іонів та ХСК.

За результатами дослідження (табл. 3.7) показників якості води питних водозаборів Кременчуцького водосховища виявлено зміну індексу забруднення води в пункті р. Дніпро – село Власівка. На досліджуваному об'єкті ІЗВ змінюється в межах 6,76 (березень) – 8,17 (серпень).

Таблиця 3.7 – Результати розрахунку Індексу забруднення вод (ІЗВ) питних водозаборів Кременчуцького водосховища в 2023 році

Місяць	ІЗВ		
	п1*	п2*	п3*
Січень	0,61	6,85	0,28
Лютий	13,35	7,74	–
Березень	0,87	6,76	8,81
Квітень	7,61	6,84	10,67
Травень	–	6,83	8,85
Червень	–	7,79	0,92
Липень	11,25	6,93	1,43
Серпень	16,23	8,17	0,90
Вересень	16,13	6,85	0,52

Примітка\* – (п1) води р. Дніпро, 678 км, с. Сокирне, (Кременчуцьке водосховище) питний в/з м. Черкаси; (п2) р. Дніпро, 580 км, с. Власівка, (Кременчуцьке водосховище) лівий берег, Власівський водозабір КП «Кременчукводоканал» Кременчуцької міської ради; (п3) р. Дніпро, 580 км, питний в/з міста Світловодськ, (Кременчуцьке водосховище) правий берег.

В 2023 році води питного водозабору Кременчуцького водосховища відносяться до VI класу якості і оцінюється як дуже брудна. Екологічний стан р. Дніпро на посту спостереження № 2 – село Власівка протягом 9 місяців оцінюється як екологічний регрес. Така якість води пов'язана із значними перевищеннями гідрохімічних показників над показниками ГДК для рибогосподарського призначення (ГДКр.).

Згідно таблиці 3.7 спостерігається зміна індексу забруднення води на посту спостереження № 3 р. Дніпро – місто Світловодськ. На досліджуваному об'єкті ІЗВ змінюється в межах 0,28 (січень) – 10,67 (квітень). В 2023 року вода в районі питного водозабору міста Світловодськ Кременчуцького водосховища відносяться до V класу якості і оцінюється як брудна. Екологічний стан

р. Дніпро – місто Світловодськ протягом 9 місяців оцінюється як екологічний регрес. Така якість води пов’язана із значними перевищеннями гідрохімічних показників над показниками ГДК для рибогосподарського призначення (ГДКр.). Було виявлено перевищення нормативів для наступних показників: БСК<sub>5</sub>, нітрит-іонів, фосфат-іонів та ХСК.

Отже, якість води Кременчуцького водосховища в районах питних водозаборів можна оцінювати як дуже забруднену. За результатами проведених досліджень (табл. 3.8) вода визначена як вода VI класу за індексом забруднення води (ІЗВ).

Таблиця 3.8 – Клас якості води питних водозаборів Кременчуцького водосховища в 2023 році

Місяць	Клас якості води		
	п1*	п2*	п3*
Січень	II	VI	I
Лютий	VII	VI	–
Березень	II	VI	VI
Квітень	VI	VI	VII
Травень	–	VI	VI
Червень	–	VI	II
Липень	VII	VI	III
Серпень	VII	VI	II
Вересень	VII	VI	II

Для води цього класу характерні великі концентрації забруднюючих речовин, що робить її обмежено придатною для багатьох видів використання, включаючи питну воду і споживчі потреби. Дуже важливо вжити негайні заходи для зменшення забруднення води і відновлення її якості до прийнятних нормативів.

З урахуванням вищезазначеного висновку, рекомендується розглянути наступне:

1. Проведення подальших моніторингових досліджень з метою виявлення джерел забруднення та їх впливу на водні ресурси водосховища.
2. Розробити та впровадити плани дій щодо зменшення забруднення води, включаючи вдосконалення систем очищення стічних вод і зменшення скидання небезпечних речовин.
3. Сприяти ініціативам з водокористуванням та збереження водних ресурсів, а також освітнім програмам для місцевого населення.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Охорона праці при відборі та транспортуванні проб

До відбору проб стічної води допускаються особи не молодше 18 років, які успішно здали екзамен кваліфікаційній комісії. Перед проведенням відбору проб необхідно ознайомитися з правилами техніки безпеки, що діють на конкретному об'єкті, і виконувати їх.

При відборі проб стічних вод з мереж каналізації, в контрольних колодязях, на насосних станціях та очисних спорудах слід враховувати наступні фактори ризику:

- наявність вибухонебезпечних газів і газових сумішей;
- можливість отруєння сірководнем, чадним газом, метаном та ін.;
- нестача кисню;
- можливість зараження патогенними мікроорганізмами;
- травми при падінні;
- утоплення;
- опіки, радіоактивне зараження.

Пробовідбірник, приступаючи до виконання своїх обов'язків, повинен мати документально підтвердженні повноваження (службове посвідчення або наряд) дотримуватись наступних вимог з охорони праці:

- при проїзді в автомобілі підприємства до місця відбору проб користуватись паском безпеки;
- при транспортуванні проб в автомобілі користуватись спеціальними сумками (перевозити проби в целофанових кульках, тощо, забороняється);
- відбір проб здійснювати з КК кожного підприємства у присутності відповідальної особи за експлуатацію даного об'єкту;
- місця відбору проб мають бути обладнанні захисним устаткуванням і мати вільний доступ до них;
- відбір проб у небезпечних місцях, де можлива наявність отруйних

речовин, а також існує небезпека мікробіологічного характеру, необхідно виконувати групою щонайменше з двох осіб у засобах індивідуального захисту;

– відбір проб стічних вод і переливання проб в посудини для зберігання повинен проводитися в гумових рукавичках і спецодязі;

– перед відбиранням проб з КК необхідно пам'ятати про їх можливу загазованість вогненебезпечними та токсичними речовинами, по цій причині необхідно забезпечити їх провітрювання на протязі 15 хвилин;

– переносити проби необхідно у спеціальних ящиках або сумках з гніздами;

– посуд після стічної води, пробовідбірник повинен промити проточною водою, після чого знезаразити дезрозчином.

Якщо відбір проб проводиться з колодязя, розташованого на вулиці населеного пункту, місце робіт повинне бути забезпечене огороженням і покажчиками.

На місці відбору проб стічних вод забороняється приймати їжу, палити.

Після відбору проб стічних вод одяг пробовідбірника при необхідності повинен бути очищений і продезінфікований.

Персонал, який допускається до відбору проб, повинен вміти надавати першу медичну допомогу при отруєннях, травмах. Знати та дотримуватись правил поведінки при виникненні нестандартних ситуацій [63].

#### 4.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Ударною хвилею називається область різкого стиску середовища, що поширюється у вигляді сферичного шару від місця вибуху з надзвуковою швидкістю. Ударні хвилі класифікуються в залежності від середовища поширення. Ударна хвиля в повітрі виникає за рахунок передачі стиснення і розширення шарів повітря. Зі збільшенням відстані від місця вибуху хвиля слабшає і перетворюється на звичайну акустичну. Хвиля при проходженні через



дану точку простору викликає зміни в тиску, що характеризуються наявністю двох фаз: стиснення та розширення. Період стиснення настає відразу і триває порівняно невеликий час в порівнянні з періодом розширення.

Руйнівна дія ударної хвилі характеризують надлишковий тиск у її фронті (передній межі), тиск швидкісного напору, тривалість фази стиснення. Ударна хвиля у воді відрізняється від повітряної значеннями своїх характеристик (великим надмірним тиском і меншим часом впливу). Ударна хвиля в ґрунті при видаленні від місця вибуху стає подібна сейсмічній хвилі. Вплив ударної хвилі на людей і тварин може призвести до отримання безпосередніх чи непрямих поразок.

Воно характеризується легкими, середніми, важкими і вкрай важкими ушкодженнями та травмами. Вражаюче дія ударної хвилі характеризується величиною надлишкового тиску. Надмірний тиск – це різниця між максимальним тиском у фронті ударної хвилі і нормальним атмосферним тиском перед ним. При надлишковому тиску 20-40 кПа незахищені люди можуть одержати легкі поразки (легкі забиті місця і контузії). Вплив ударної хвилі з надлишковим тиском 40-60 кПа призводить до поразок середньої важкості: втраті свідомості, ушкодженню органів слуху, сильним вивихів кінцівок, кровотечі з носа і вух. Важкі травми виникають при надлишковому тиску понад 60 кПа. Вкрай важкі поразки спостерігаються при надлишковому тиску понад 100 кПа. Ударна хвиля ядерного вибуху може на значній відстані від центра вибуху завдавати поразки людям, руйнувати споруди і ушкоджувати бойову техніку. Ударна хвиля являє собою область сильного стиснення повітря, що розповсюджується з великою швидкістю у всі сторони від центра вибуху. Швидкість поширення її залежить від тиску повітря у фронті ударної хвилі; поблизу центра вибуху вона в декілька разів перевищує швидкість звуку, але із збільшенням відстані від місця вибуху різко падає. Вражаюча дія ударної хвилі на людей і руйнуючу дію на бойову техніку, інженерні споруди і матеріальні кошти передусім визначаються надмірним тиском і швидкістю рушення повітря в її фронті. Незахищені люди можуть, крім того поранитися осколками скла, що

летять з величезною швидкістю і обломками будівель, що руйнуються, падаючими деревами, а також частинами бойової техніки, що розкидаються, камінням і іншими предметами, що приводяться в рушення швидкісним натиском ударної хвилі. Найбільші непрямі поразки будуть спостерігатися в населених пунктах і в лісі; в цих випадках втрати військ можуть виявитися більшими, ніж від безпосередньої дії ударної хвилі. Ударна хвиля здатна завдавати поразки і в закритих приміщеннях, проникаючи туди через щілини і отвори.

Поразки, що наносяться ударною хвилею, поділяються на легкі, середні, важкі і надто важкі. Легкі поразки характеризуються тимчасовим пошкодженням органів слуху, загальною легкою контузією, ударами і вивихами кінцівок. Важкі поразки характеризуються сильною контузією всього організму; при цьому можуть спостерігатися пошкодження головного мозку і органів черевної порожнини, сильна кровотеча з носа і вух, важкі переломи і вивихи кінцівок. Міра поразки ударною хвилею залежить передусім від потужності і вигляду ядерного вибуху.

Механічний вплив ударної хвилі оцінюється за ступенем руйнувань, викликаних дією хвилі (виділяються слабе, середнє, сильне і повне руйнування). Енергетичне, промислове і комунальне обладнання в результаті дії ударної хвилі може отримати пошкодження, також оцінюються за їх тяжкості (слабкі, середні і сильні). Вплив ударної хвилі може призвести також до пошкоджень транспортних засобів, гідровузлів, лісових масивів. Як правило, шкода, яка завдається впливом ударної хвилі, дуже великий, він наноситься як здоров'ю людей, так і різним спорудам, устаткуванню і т.д. Середнє руйнування проявляється в руйнуванні дахів і вбудованих елементів-внутрішніх перегородок, вікон, а також у виникненні тріщини у стінах, обвалення окремих ділянок горищних перекриттів і стін верхніх поверхів. Підвали зберігаються. Після розчистки і ремонту може бути використана частина приміщень нижніх поверхів. Відновлення будівель можливо при проведенні капітального ремонту. Сильне руйнування характеризується руйнуванням несучих конструкцій і

перекриттів верхніх поверхів, утворенням тріщин у стінах і деформацією переkritтя нижніх поверхів. Використання приміщень стає неможливим, а ремонт і відновлення найчастіше недоцільним. Повне руйнування. Руйнуються всі основні елементи будівлі, включаючи і несучі конструкції. Використовувати будівлі неможливо. Підвальні приміщення при сильних та повних руйнування можуть зберігатися і після розбору завалів частково використовуватися.

Таким чином, обладнання, що використовується в цих приміщеннях є споживачем електроенергії, що живиться від змінного струму 220 В від мережі з заземленою нейтраллю, та відноситься до електроустановок до 1000 В закритого виконання.

За способом захисту людини від ураження електричним струмом відповідає згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75\* (2001) «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» І (стаціонарні комп'ютери,) та ІІ (освітлювальні прилади, кондиціонери, опалювальні пристрої, ноутбуки, сканери) класу захисту. Внаслідок тривалих статичних навантажень при роботі з ПК може виникнути так званий синдром зап'ястного каналу. Для профілактики і лікування синдрому зап'ястного каналу слід правильно організувати власне робоче місце, якомога частіше переривати роботу і виконувати невеликий комплекс вправ для рук.

Щогодини слід робити перерву, хоча б на 3-5 хвилин, піднімати кисті рук вгору і робити невелику зарядку для рук. Особливу роль у запобіганні втомі працівників відіграють професійний відбір, організація робочого місця, правильне робоче положення, ритм роботи, раціоналізація трудового процесу, використання емоційних стимулів, впровадження раціональних режимів праці і відпочинку тощо.

Боротьба зі втомою, впершу чергу, зводиться до покращення санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища (ліквідація забруднення повітря, шуму, вібрації, нормалізація мікроклімату, раціональне освітлення тощо).

Загальні ергономічні вимоги встановлено ДСТУ ISO 9241-1: 2003 «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 1. Загальні

положення». Організація робочого місця передбачає: правильне розміщення робочого місця у виробничому приміщенні; вибір ергономічно обґрунтованого робочого положення, виробничих меблів з урахуванням антропометричних характеристик людини; раціональне компонування обладнання на робочих місцях; врахування характеру та особливостей трудової діяльності. Штучне освітлення в приміщенні здійснено системою загального рівномірного освітлення. Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів становить 300-500 лк.

Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ. Показники мікроклімату в офісних приміщеннях відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» та ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень».

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях у приміщенні нормуються згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» та ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Визначення типу та розрахунок кількості первинних засобів пожежегасіння згідно із ДБНВ.1.1.7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва» – для адміністративного приміщення площею 20,91 м<sup>2</sup> слід застосовувати два порошкових вогнегасниками типу ВП-5 згідно НАПБ Б.03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників».

Крім цього адміністративні приміщення повинні бути обладнані автоматичними пожежними сповіщувачами, що реагують на підвищення температури, дим, полум'я. Ударною хвилею називається область різкого стиску середовища, що поширюється у вигляді сферичного шару від місця вибуху з надзвуковою швидкістю [64].

## ВИСНОВКИ

1. За результатами дослідження встановлено перевищення значення ГДК для потреб рибогосподарського призначення у воді питних водозаборів м. Черкаси та с. Власівка Кременчуцького водосховища за такими показниками: БСК<sub>5</sub>, ХСК, азот нітритний, азот амонійний. Вміст сульфатів, фосфатів, хлоридів, розчиненого кисню, азоту нітратного, завислих речовин були у межах нормативу ГДК.

2. Встановлено перевищення значення ГДК для потреб рибогосподарського призначення у воді питного водозабору м. Світловодськ дослідженої водойми за такими показниками: БСК<sub>5</sub>, ХСК, азот нітритний, азот амонійний, фосфати. Вміст сульфатів, хлоридів, розчиненого кисню, азоту нітратного, завислих речовин були у межах нормативу ГДК.

3. При використанні індексу забруднення води встановлено, що вода Кременчуцького водосховища питних водозаборів відповідала в м. Черкаси чистим, надзвичайно брудним та дуже брудним водам, вода Власівського водозабору – виключно надзвичайно брудним водам і в м. Світловодськ – чистим – дуже брудним водам.

4. В цілому якість води питних водозаборів Кременчуцького водосховища на 71% відповідала класам води «надзвичайно брудна» (VI клас) – «дуже брудна» (VII клас).

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для комплексного моніторингу та оцінки якості води питних водозаборів поверхневих вод Кременчуцького водосховища слід враховувати індекси забруднення води за якими легко можна встановлювати клас якості води, а також використовувати біотичні індекси для екологічної оцінки стану водної екосистеми. Результати досліджень можуть бути використані для інтегральної екологічної оцінки поверхневих вод подібних водних об'єктів, а також для подальшого прогнозування щодо використання тих чи інших методів біологічного очищення води при її водопідготовці.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лутковська С. М. Сутність системи екологічної безпеки сталого розвитку в умовах глобальної економіки. *Ефекетивна економіка* : електронне наукове фахове видання., м. Київ 30 квітня 2020 р. Київ : ТОВ «ДКС-центр», 2020 <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.4.56>
2. Антонюк О. П. Прогнозування залежності рівня захворюваності населення міста Кривий Ріг від впливу техногенного забруднення. *Економічний часопис-XXI*. Київ, 2012. No 1. С. 59-65
3. Смірнов О. О. Біоіндикація кременчуцького водосховища як складова природно-техногенної безпеки регіону. *Сучасні технології агропромислового виробництва* : матеріали I Міжнародної студентської наук.-практ. інтернетконф. (м. Кропивницький, 19 лист. 2020 р.). Кропивницький : Вид-во ЦНТУ, 2020. 113 с.
4. Сафонов А. І. Фітоіндикація забруднення важкими металами антропогенно трансформованого середовища Донбасу : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня к. б. н.: 03.00.16. Дніпро, 2014. 22 с.
5. Горова А. І., Павличенко А. В., Борисовська О. О., Грунтова В. Ю., Деменко О. В. Біоіндикація. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Дніпро : НГУ, 2014. 76 с.
6. Казаков В. Л., Паранько І. С., Сметана М. Г., Шипунова В. О., Коцюрuba В. В., Калініченко О. О. Природнича географія Кривбасу. Кривий Ріг : Видавничий дім, 2005. 151с.
7. Гідроекологічний моніторинг та стан безпеки басейну річки Дністер: студентська наукова робота / за ред. Національний Університет «Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка». Полтава : НУПП, 2020. 30 с. URL: [https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/other/2020/02/ii-tur-ekologia/roboti/38\\_%D0%94%D0%96%D0%95%D0%A0%D0%95%D0%9B%D0%9E.docx](https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/other/2020/02/ii-tur-ekologia/roboti/38_%D0%94%D0%96%D0%95%D0%A0%D0%95%D0%9B%D0%9E.docx)

8. Бакала, О. Д. Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської та Черкаської областей. Вінниця : ВНТУ, 2017
9. Якимець М. О. Антропогенне навантаження водної екосистеми як основа для проведення комплексного моніторингу оцінки екологічного стану вод Кременчуцького водосховища. Екологічна безпека держави : тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів. (Київ, 27-28 квітня 2010). Київ : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010. С. 205-207.
10. Задорожна В. І., Бондаренко В. І., Бура Т. О., Доан С. І., Зубкова Н. Л., Маричев І. Л. Вплив водосховищ-охолоджувачів на екологію регіонів. *Вода і водоочисні технології*. 2003. №1. С.27-30.
11. Журба М. Г., Говорова Ж. М., Васечкин Ю. С. Оптимизация комплекса технологических процессов водоочистки. *Водопостачання та санітарна техніка*. 2001. №5(1). С. 5-8.
12. Яцик А. В., Хорєв В. М. Водне господарство в Україні. Київ : Генеза, 2000. 456 с.
13. Бондаренко Ю. Г., Папач В. В., Тищук М. М. Епідеміологічна оцінка стану чкості води Кременчуцького водосховища за 2021 рік. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2022. (2). С. 20-24.
14. Томільцева А. І., Яцик А. В., Мокін В. Б. та ін. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
15. Бакала, О. Д., Вовкодав, Г. М. Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської, Полтавської та Черкаської областей. *Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів* (студентська секція) : наук.-техн. конф., м. Харків, 25-26 квітня 2018 р. Харків : ХНУБА, 2018. С. 79-80.
16. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П., Яцик А. В. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ : «Символ-Т», 1998. 28 с.



17. Про встановлення рамок заходів Співтовариства в галузі водної політики : Директива Європейського Парламенту і Ради 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 р. № 994\_962. Київ. 2006. 240 с.
18. Олекін О. А. Загальна гідрохімія. Львів : Гидрометеоздат, 1948. 208 с.
19. Клименко В. Г., Фролова Л. І. Екологічна оцінка природних ресурсів : метод. посібник для студентів. Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2009. 64 с.
20. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання. [Чинний від 2012-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 36 с.
21. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2016 році. Київ : Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2017. 469 с.
22. Стратегічний план дій для басейну Південного Бугу. Wetlands international, Вінниця-Київ. 2011. 75 с.
23. Про Загальнодержавну програму розвитку водного господарства : Закон України від 01.01.2013 № 2988-III. Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2988-14#Text>
24. Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води : Постанова Верховної Ради України від 27.02.1997 р. № 123/97-ВР. Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/123/97-%D0%B2%D1%80#Text>
25. Водосховища Дніпра. Дата оновлення: 11.04.18. URL: [http://ua-nature.ulcraft.com/reservoir\\_dnepr](http://ua-nature.ulcraft.com/reservoir_dnepr) (дата звернення: 12.07.23).
26. Кременчуцьке водосховище. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Кременчуцьке\\_водосховище](https://uk.wikipedia.org/wiki/Кременчуцьке_водосховище) (дата звернення: 02.08.23).
27. Гідрологічні умови Кременчуцького водосховища. URL: <http://www.eco.com.ua/node/1448> (дата звернення: 15.08.23).

28. Котовська Г. О., Христенко Д. С. Умови та ефективність відтворення основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища : монографія Київ : Інститут рибного господарства НААН України. 2010. 176 с.
29. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки / за ред. В. К. Хільчевського, В. В. Гребеня. Київ : Інтерпрес, 2014. 164 с.
30. Яцик А. В., Томільцева А. І., Плігін Ю. В. та ін. Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду. Київ : «Генеза», 2003, 176 с.
31. Задніпрянець А. Д. Екологічна оцінка стану поверхневих вод р. Соб в межах Гайсинського ОТГ. Вінниця : ВНАУ, 2023. 42 с.
32. Вишневський В. І., Сташук В. А., Сакевич А. М. Водогосподарський комплекс у басейні Дніпар. Київ : «Інтерпрес ЛТД», 2011. 188 с. URL: [https://www.researchgate.net/publication/344450909\\_Vodogospodarskij\\_kompleks\\_u\\_basejni\\_Dnipra](https://www.researchgate.net/publication/344450909_Vodogospodarskij_kompleks_u_basejni_Dnipra)
33. Панасюк І. В., Томільцева А. І., Долинський В. Л., Плігін Ю. В. Що потрібно дніпровським водосховищам? *Науково-технічному прогресу в гідроенергетиці*. 2021. URL: <https://uhe.gov.ua/sites/default/files/2021-12/13.pdf> (дата звернення: 30.08.2023).
34. Томільцева А. І., Яцик А. В., Мокін В. Б. та ін. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
35. Правила експлуатації водосховищ Дністровського каскаду при НПУ 77,10 м буферного водосховища (російською та українською мовами). Харків : ПАТ «УкрГідроПроект», 2017. 106 с.
36. Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року : Закон України від 24.05.2012 № 4836-VI. Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4836-17#Text>
37. Порядок розроблення водогосподарських балансів : Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 26.01.2017 № 26.

Офіційний портал Верховної Ради України. URL:  
<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0232-17>

38. Мокін В. Б. Технологія оптимізації управління водними ресурсами басейну р. Дністер шляхом автоматизації складання його водогосподарського балансу. *Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях* : матеріали XIV міжнародної наук.-практ. конф., м. Київ, 5-9 жов. 2015 р. Київ, 2015. С. 131-134.

39. Мокін В. Б., Крижановський Є. М., Ящолт А. Р., Скорина Л. М. Автоматизація розрахунку водогосподарського балансу ділянок басейнів річок. *Водне господарство України*. 2017. № 3 (129). С. 25-30.

40. Афанасьев С. А. Розвиток європейських підходів до біологічної оцінки стану гідроекосистем у моніторингу річок України. *Гідробіологічний журнал*. Київ : НАН України, 2001. Т. 37, № 5. С. 3-18.

41. Мальцев В. І., Карпова Г. О., Зуб Л. М. Визначення якості води методами біоіндикації. Київ : НЦЕБМ НАН України, ІНЕКО, 2011. 112 с.

42. Арсан О. М., Давидов О. А., Дьяченко Т. М. та ін. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В.Д. Романенка. Київ : «Логос», 2006. 408 с.

43. Жукинський В. М., Чернявська А. П., Яцик А. В., Єзловецька І. Є. Досвід використання «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними критеріями» (пояснення, застереження, приклади). Київ : «Символ-Т», 1998. 48 с.

44. Руденко Л. Г., Разов В. П., Жукинський В. М. та ін. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води. Київ : «Оріяни», 2006. 60 с.

45. Река В. В., Бігун П. П. Визначення якості води методами біоіндикації. *Матеріали наукової конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників і здобувачів наукового ступеня за підсумками науково дослідної роботи за період 2015-2016 рр.* Вінниця : ДонНУ ім. Василя

Стуса, 2017. Т. 1, С. 16-18 URL: <https://jpvvs.donnu.edu.ua/article/view/3552/3586> (дата звернення: 30.09.2023).

46. Rietveld L. C., Siri J. G., Chakravarty I. Improving health in cities through systems approaches for urban water management. *Environ. Health*. 2016. 15 (Suppl 1). Vol. 31. P. 152-171. DOI: 10.1186/s12940-016-0107-2.

47. Scott J., McGrane. Impact of urbanization on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: a review. *Hydrological Science Journal*. 2016. Vol. 61:13. P. 2295–2311. DOI: 10.1080/02626667.2015.112808.

48. Mikovits C., Rauch W., Kleidorfer M. Dynamics in urban development, population growth and their influences on urban water infrastructure. *Procedia Engineering*. 2014. Vol. 70. P. 1147-1156.

49. Xueru Guo et.al. Seasonal and Spatial Variability of Anthropogenic and Natural Factors Influencing Groundwater Quality Based On Source Apportionment. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2018. Vol 15 (2). P. 1-19. DOI: 10.3390/ijerph15020279.

50. Пічуря В. І., Потравка Л. О., Скок С. В. Екологічний стан акваторії ріки Дніпро у зоні впливу урбосистем (на прикладі міста Херсона). *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 19-34.

51. Карпик Ю. І., Петровська М. А. Оцінка якості питної води Старосамбірського району Львівської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. Київ, 2019. № 1. С. 57-65. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge\\_2019\\_1\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2019_1_6).

52. Скок С. В. Екологічна оцінка впливу урбосистем на якість водних ресурсів. ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет». *Екологічні науки*. № 4 (31). С. 66-75. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.10>

53. Денисова А. І., Тімченко В. М., Нахшина Е. П. Гідрологія та гідрохімія Дніпра і його водосховищ. Київ : Наукова думка, 1989. 216 с.

54. Вовкодав Г. М., Бакала О. Д. Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища: Магістерська кваліфікаційна робота. Одеса : ОДЕУ, 2018. 128 с.

URL: [http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/1113/1/BakalaOD\\_KEOD\\_MKR\\_W2018.pdf](http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/1113/1/BakalaOD_KEOD_MKR_W2018.pdf)

55. Lewin W.-C. Determinants of the distribution of juvenile fish in the littoral area of a shallow lake. *Freshwater Biology*, 2004. Vol. 49. P. 410-424.
56. Гирса І. І. Зміна поведінки та вертикального розподілу молоді деяких корошових риб залежно від освітленості та наявності хижака. *Питання іхтіології*. 1973. Т. 13, Вип. 3 (80). С. 535-542.
57. Харченко Т. А., Протасов А. А., Ляшенко А. В. Біорізноманіття та якість середовища антропогенно змінених гідроекосистем України. Київ : ІГБ НАН України, 2005. 314 с.
58. Бондаренко Ю. Г. Олексієнко М. М. Проблеми еколого-гігієнічного моніторингу Кременчуцького водосховища. *Аква Україна-2004* : матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. водного форуму., м. Київ, 21-23 вер. 2004 р. Київ, 2004. С. 117-119.
59. Ellis W. S. The Mississippi: River under siege. *National Geographic*. Special edition: Water. 1993, November. p. 90-105.
60. Клименко М. О., Вознюк Н. М., Вербецька К. Ю. Порівняльний аналіз нормативів якості поверхневих вод. НУВГіП. URL: [https://nd.nubip.edu.ua/2012\\_1/12kmo.pdf](https://nd.nubip.edu.ua/2012_1/12kmo.pdf) (дата звернення: 12.09.2023).
61. Пічуря В. І., Потравка Л. О., Скок С.В. Екологічний стан акваторії ріки Дніпро у зоні впливу урбосистем (на прикладі міста Херсона). *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 19-34.
62. Безсонний В. Л., Пляцук Л. Д., Пономаренко Р. В., Третьяков О. В. Визначення екологічного стану кременчуцького водосховища на основі інформаційної ентропії. *Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека»*. 13(1/2023) Харків : НУЦЗ України, 2023 С. 20-26. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/17448>
63. Методика відбору проб для визначення складу і властивостей стічних вод підприємств при їх скиданні в системи каналізації м. Павлограда :

Рішення виконавчого комітету Павлоградської міської ради від 13.04.2016 р.  
№ 278. Павлоград, 2016. 26 с.

64. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Запоріжжя :  
НУЗП, 2016. 16 с. URL: [https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/rozdil\\_dp\\_specialisty.pdf](https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/rozdil_dp_specialisty.pdf).