

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської  
та  
аспірантської  
підготовки  
Кафедра екології  
та  
охорони  
довкілля

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища

Виконав студент 2 курсу групи МЕЕБ-61  
спеціальності 101 – Екологія  
Бакала Оксана Дмитрівна

Керівник к.х.н., доц.,  
Вовкодав Галина  
Миколаївна

Рецензент д.геогр.н.,  
проф.  
Шакірзанова Жанетта  
Рашидівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 - Екологія

Освітня програма Екологічна безпека

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри** екології та охорони  
довкілля

Сафранов Т.А.

“ 26 ” березня 2018 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Бакалі Оксані Дмитрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища

керівник роботи Вовкодав Галина Миколаївна, к.х.н.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 02 ” листопада 2017 р. №321-С

2. Строк подання студентом роботи 01 червня 2018 року

3. Вихідні дані до роботи: КНД 211.1.1.106-2003 «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод». Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення. Постанова Кабінету Міністрів України. Санітарні правила і норми. Охорона поверхневих вод від забруднення. Правила охорони поверхневих вод (типове положення).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: гідроекологічний опис басейну Кременчуцького водосховища. Характеристика показників якості води. Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): басейн Кременчуцького водосховища на карті та розташування 10 контрольних створів спостережень. Зміна концентрації розчиненого кисню за період 2007-2011 рр. Зміна БСК<sub>5</sub> на 10 контрольних створах спостережень за період 2007 – 2011 рр. Зміна концентрації фенолів для 10 контрольних створів за період 2007 – 2011 рр. Зміна показників ІЗВ протягом 2007 -2011 років. Зміна показників ІЗВ для створів 1-10 (2007 - 2011 рр). Зміна концентрації азоту амонійного та азоту нітритного у водах Кременчуцького водосховища для 10 контрольних створів протягом 2007-2011 рр.

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	<i>Немає</i>		

7. Дата видачі завдання 26 березня 2018 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Збір та узагальнення даних про показники якості Кременчуцького водосховища в межах Черкаської, Кіровоградської та Полтавської областей та гідрологічних даних</i>	26.03.2018-31.03.2018	90	<b>5</b> <i>(відмінно)</i>
2	<i>Розглянути та охарактеризувати фізико-географічні дані</i>	1.04.2018-19.04.2018	90	<b>5</b> <i>(відмінно)</i>
3	<i>Провести аналіз джерел утворення забруднюючих речовин</i>	20.04.18-29.04.18	90	<b>5</b> <i>(відмінно)</i>
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>30.04.18-06.05.18</b>	90	<b>5</b> <i>(відмінно)</i>
4	<i>Охарактеризувати вплив підприємств на стан якості Кременчуцького водосховища в межах Черкаської, Кіровоградської та Полтавської областей та гідрологічних даних. Висновки.</i>	07.05.18-11.05.2018	90	<b>5</b> <i>(відмінно)</i>
5	<i>Оформлення дипломного проекту. Підготовка доповіді та графічного матеріалу до попереднього захисту.</i>	12.05.2018-16.05.2018	90	<b>5</b> <i>(відмінно)</i>
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника</i>	17.05.2018-24.05.2018	90	<b>5</b> <i>(відмінно)</i>
7	<i>Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу для публічного захисту.</i>	25.05.2018-01.06.2018	90	<b>5</b> <i>(відмінно)</i>
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		90,0	

(до десятих)

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

Бакала О.Д.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

Вовкодав Г.М.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

### **Бакала О.Д. Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища**

*Актуальність теми.* Екологічні ризики від сільськогосподарської діяльності, що проводилися і проводяться зумовлюють необхідність застосування комплексного підходу для вивчення довгострокових тенденцій і закономірностей зміни якісних показників поверхневих, тому оцінка якості вод Кременчуцького водосховища є актуальною задачею для науковців та працівників водного господарства.

*Метою роботи* є екологічна оцінка стану вод Кременчуцького водосховища у 10 контрольних створах у межах Кіровоградської, Полтавської та Черкаської областей.

*Об'єкт дослідження* – якість вод Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської, Полтавської та Черкаської областей.

*Предмет дослідження* - стан вод Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської, Полтавської та Черкаської областей.

*Методи дослідження* – методологічною основою роботи є визначення якості поверхневих вод, що ґрунтується на основі екологічної класифікації і включає набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних та інших показників.

*Результати досліджень.* Отримані дані гідрохімічних вимірювань показників якості поверхневих вод за 2007-2011 роки свідчать про те, що найгірший вплив на якість води в водосховищі здійснюють такі забруднюючі речовини як нітритний азот, амонійний азот та фосфати. Це свідчить про необхідність здійснення цілеспрямованих заходів для покращення екологічної ситуації і захисту екосистеми Кременчуцького водосховища.

*Наукова новизна одержаних результатів* полягає в тому що отримані екологічні оцінки та значення ІЗВ розглянуті по 10 створах як в часовому (2007-2011 рр.) так і в просторовому вимірах ( в межах Черкаської, Кіровоградської та Полтавської областей).

*Теоретичне та практичне значення.* На основі вихідних даних, наданих Черкаським, Кіровоградським та Полтавським регіональними управліннями водних ресурсів України, було розраховано індекс забруднення вод по кожному з 10 контрольних створів спостережень за досліджуваний період з 2007 по 2011 рр, та була проведена екологічна оцінка якості вод за інтегральним індексом забруднення які можуть бути використані в подальшому в їх практичної діяльності.

*Структура та обсяг роботи.* Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, використаних літературних джерел (43 найменування). Робота містить 21 рисунок, 24 таблиці. Загальний обсяг роботи – 121 сторінка.

**Ключові слова:** водосховище, індекс забруднення вод, інтегральний екологічний індекс, екологічна оцінка, клас якості вод.

## ANNOTATION/ABSTRACT

### **Bakala O.D. The assessment of water quality in the Kremenchug reservoir**

*Relevance of the theme.* The environmental risks of agricultural activities carried out and carried out necessitate the use of an integrated approach to study long-term trends and patterns of change in qualitative indicators of surface, therefore the assessment of the quality of water in the Kremenchug reservoir is an urgent task for scientists and workers in the water sector.

*The purpose of the work* is an environmental assessment of the water conditions of the Kremenchug reservoir in 10 control areas within the Kirovograd, Poltava and Cherkasy regions.

*The object* of the research is the Kremenchug reservoir swimming pool within borders of Kirovograd, Poltava and Cherkasy regions.

*The subject* of the study is the assessment of the water conditions of the Kremenchug reservoir within the Kirovograd, Poltava and Cherkasy regions.

*Research methods* - the methodological basis of the work is to determine the quality of surface water, based on the environmental classification and includes a set of hydrophysical, hydrochemical, hydrobiological and other indicators.

*Research results.* The obtained data of hydrochemical measurements of surface water quality indicators for 2007-2011 indicate that the worst impact on the quality of water in the reservoir is carried out by pollutants such as nitric nitrogen, ammoniacal nitrogen and phosphates. This testifies to the need for targeted measures to improve the ecological situation and protect the ecosystem of the Kremenchug reservoir.

*The scientific novelty of the obtained results* is that the obtained ecological assessments and values of the IWP (Index of Water Pollution Index) were observed in 10 sections, both in the time period (2007-2011) and in the spatial dimensions (within the boundaries of Cherkasy, Kirovograd and Poltava regions).

*Theoretical and practical significance.* Based on the raw data provided by the Cherkasy, Kirovograd, and Poltava regional water resources departments of Ukraine, the water pollution index for each of the 10 monitoring sites of the survey period from 2007 to 2011 was calculated, and an environmental assessment of the quality of water by the Integrated Pollution Index was carried out can be used in the future in their practical activities.

*Structure and scope of work.* This work consists of an introduction, three chapters, conclusion, and work cited (43 titles). This work consists of 21 drawings and 24 tables. Total amount of work is 121 pages.

**Key words:** a reservoir, index of water pollution, an integral ecological index, ecological assessment and water quality class.

## ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
1 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ ОПИС БАСЕЙНУ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХÓВИЩА.....	13
1.1 Загальна інформація.....	13
1.2 Гідрогеологічні умови.....	17
1.3 Фізико – географічна характеристика.....	18
1.3.1 Кліматичні умови.....	22
1.3.2 Рельєф та ґрунти.....	23
1.3.3 Гідрологічні умови.....	27
1.4 Гідробіологічні умови.....	30
1.4.1 Бактеріопланктон.....	31
1.4.2 Фітопланктон.....	31
1.4.3 Зоопланктон.....	34
1.4.4 Зообентос.....	36
1.4.5 Макрозообентос .....	36
1.4.6 Макрофіти.....	36
1.5 Характеристика іхтіофауни.....	38
1.6 Сучасний гідроекологічний стан та якість води в Кременчуцькому водосховищі.....	44
1.6.1 Седиментаційний режим.....	44
1.6.2 Характеристика гідрохімічного режиму.....	45
1.6.3 Температурний режим.....	47
1.6.4 Забруднювачі антропогенного походження.....	48
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДИ.....	50

3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА.....	63
3.1 Головні чинники, які впливають на стан вод Кременчуцького водосховища.....	63
3.2 Динаміка деяких гідрохімічних показників якості води у часі та просторі.....	65
3.3 Оцінка якості води Кременчуцького водосховища за індексом забруднення води (ІЗВ).....	68
3.3.1 Методика розрахунку.....	68
3.3.2 Розрахункова частина .....	71
3.4 Оцінка і класифікація вод Кременчуцького водосховища.....	82
3.4.1 Оцінювання якості води за еколого-санітарними показниками.....	82
3.4.2 Орієнтовна екологічна оцінка якості вод .....	96
ВИСНОВКИ.....	110
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	112
Додатки.....	116



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

ІЗВ – індекс забруднення вод;

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;

ГДК – гранично – допустима концентрація.

## ВСТУП

**Актуальність досліджуваної проблеми.** Екологічні ризики від сільськогосподарської діяльності, що проводилися і проводяться в Черкаській, Кіровоградській та Полтавській областях, зумовлюють необхідність застосування комплексного підходу для вивчення довгострокових тенденцій і закономірностей зміни якісних показників поверхневих вод Кременчуцького водосховища. Тому оцінка якості вод Кременчуцького водосховища є актуальною задачею для науковців та працівників водного господарства.

Визначення якості поверхневих вод ґрунтується на основі екологічної класифікації, що включає набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних та інших показників, які віддзеркалюють особливості багатьох речовин, які містяться в водних екосистемах. Екологічна класифікація на основі інтегрального показника забруднення є критерієм екологічної оцінки якості поверхневих вод, а також складовою частиною нормативної бази для комплексного аналізу стану навколишнього природного середовища й основою для оцінки впливу антропогенної діяльності на довкілля. Реалізація екологічної оцінки проводилась за допомогою інтегрального показника забруднення води. Екологічні ризики від сільськогосподарської діяльності, що проводилися і проводяться в Кіровоградській, Полтавській та Черкаській областях, зумовлюють необхідність застосування комплексного підходу для вивчення довгострокових тенденцій і закономірностей зміни якісних показників поверхневих вод Кременчуцького водосховища [1].

Аналіз сучасного екологічного стану вод Кременчуцького водосховища на території Кіровоградської, Полтавської та Черкаської областей свідчить, що негативні процеси на водосховищі тривають. Воно забруднене хімічними

речовинами, які потрапили у водний об'єкт в результаті скиду стічних вод промислових підприємств і втратили своє природне значення.

Проблема якісного й кількісного виснаження водних ресурсів із кожним роком стає все актуальнішою. Стан водної екосистеми Кременчуцького водосховища в межах визначених областей поблизу розташування очисних споруд показує збільшення техногенного навантаження, що говорить про процеси її деградації. Для покращення стану водної екосистеми слід виділити головні напрями екологічної діяльності. На сьогоднішній день актуальним залишається питання щодо аналізу стану водного басейну Кременчуцького водосховища.

Реальна оцінка екологічної ситуації, а також процесів, що проходять у водах водосховища, неможливі без використання найбільш вірогідних критеріїв, тобто якісних або кількісних ознак, взятих за основу класифікації стану поверхневих вод, якими можуть бути індекси забрудненості води (ІЗВ).

Метою досліджень є екологічна оцінка стану вод Кременчуцького водосховища у 10 контрольних створах у межах Кіровоградської, Полтавської та Черкаської областей.

Об'єктом дослідження є басейн Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської, Полтавської та Черкаської областей.

Предметом досліджень є оцінка стану вод Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської, Полтавської та Черкаської областей. Аналіз стану забруднення поверхневих вод у контрольних створах виконано на основі даних спостережень за вмістом гідрохімічних показників, наданих Кіровоградським, Полтавським та Черкаським регіональними управліннями водних ресурсів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що отримані екологічні оцінки та значення ІЗВ розглянуті по 10 створах, як в часовому (2007-2011 рр) так і в просторовому вимірах (в межах Черкаської, Кіровоградської та Полтавської областей).

Матеріали даної магістерської кваліфікаційної роботи були апробовані на IV-й Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», VI-му Всеукраїнському з'їзді екологів з міжнародною участю, V-й Міжнародній науковій конференції молодих вчених "Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування", III-й Міжнародній конференції "Галузеві аспекти екологічної безпеки", конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету, щорічній Міжнародній науково-технічній конференції "Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів", а також опубліковані в Віснику Гідрометцентру Чорного та Азовського морів.

# 1 ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ ОПИС БАСЕЙНУ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

## 1.1 Загальна інформація

Ідея будівництва Кременчуцького гідровузла і «рукотворних морів» з'явилась 1932 року, за для того аби вирішити питання які стосувалися енергетики. По тій причині, що на втілення в життя цієї ідеї потрібні були великі кошти від задуму тимчасово відмовились. До ідеї створення Кременчуцького водосховища повернулись у 1940-х роках і наприкінці 1949-го ухвалили рішення. В 1956 році було офіційно оголошено про «плани партії», а поблизу живучі люди стали переселенцями. В 1961 році Кременчуцьке водосховище було повністю заповнене [2].

Кременчуцьке водосховище — одне з шести великих водосховищ у каскаді на річці Дніпро в Полтавській, Кіровоградській та Черкаській областях України. Розташоване між Канівським та Дніпродзержинським водосховищами. Водосховище було створене греблею Кременчуцької ГЕС. Його площа займає 2 252 км<sup>2</sup> (на сьогоднішній день це найбільше за площею водосховище в Україні), об'єм 13,5 км<sup>3</sup> (займає друге 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 (рис. 1.1) [3].

На основі морфологічних, морфометричних та гідрологічних характеристик, водосховище умовно можна поділити 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 [2]



Рис 1.1 Басейн Кременчуцького водосховища на карті та розташування 10 контрольних створів спостережень [2].

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 [2].

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).

Серед зниклих такі відомі в історії острови, як Богун, Королевець, Корчуватий та інші. У той же час з'явилося багато нових, часто безіменних або з новими локальними і маловідомими назвами, утворені із підтоплених ділянок заплави і борової тераси, колишніх дюн. Особливо багато таких у підтопленому Нижньому Посуллі (нині - Сулинська затока водосховища) та лівобережній частині заплави між гирлом р. Супій та с. Кедина Гора, розділеній рукавом Дніпра - р. Довгун та його незчисленними протоками [2].

Найкраще давні острови збереглися у верхній, річковій частині водосховища: Круглик, Шелестів, Просеред, Плавучий, також у цій же частині розміщені острови Чайковський, Аврумів, Гетьманів та інші. Острови річково-озерної частини: Дубинка, Залізьки, архіпелаги - острови Просеред, Самовиця, Липівські острови, острови Кучугури (Леськівські Кучугури, Великі Кучугури або Циганський Острів, Рибальський острів, Середні або Худяківські Кучугури, Малі або Сагунівські Кучугури), новонамиті штучні острови поблизу м. Черкас - Чайний і Мурашиний та цілий ряд дрібних, часто безіменних острівців. У нижній, озерній частині водосховища найбільшим островом є о. Жовнине, поряд розташований о. Вереміївський (обидва колишні піщані дюни), Біленкові Бурти, Острів Смерті, Кам'яний та інші. У Сулинській затоці відомі наступні острови: Галицький, Кулішівський, Романові Горби, Лящівочка, Хатнище та ряд інших [2].

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

Серед затоплених сіл на лівому березі були: Біла Голова, Білки, Бубнів, Бузьки, Васьківка, Велике Липське, Воїнська Гребля, Галицьке, Головки, Гусине, Демки, Денисенків, Дубина, Дубинка, Жовнинське, Забудько, Залізьки, Котлів, Красне, Кулішівка, Лебехівка, Лялинці, Ляшенки, Мале Липське, Малярівка, Матвіївка, Меринці, Миклашівка, Миколаївка, Миньківці, Митьки, Мойсинці, Морозівка, Мутихи, Налісні, Нове Липівське,

Палений, Панське, Пищики, Плависте, Погоріле, Пугачівка, Радутське, Родьківка, Самовиця, Сергіївка, Старе, Старе Липівське, Стовбовахи, Хрести, Червонохижинці, Чигирин-Діброва, Шафорости [2].

На правому березі було затоплено такі села: Шабельники, Бужин, Адамівка, Кожарки, Талдики, Тарасівка, Мудрівка, Чаплище, Подорожне, Самусіївка, Воронівка, Коропівка, Клочкове, Нове Липове, Старе Липове, Калантаїв-Польський, Чернече, Петрівка, Колаборок, Вітрівка, Шумейко, Польський Крилів, Скобіївка, Ломувате [2].

Багато сіл було перенесено із зони затоплення зі збереженням старих назв (серед них — Васютинці, Москаленки, Тимченки, Вереміївка, Жовнине, Рацеве, Тіньки, Боровиця, Кліщинці, Леськи, Худяки, Сагунівка, Топилівка, Вітове, Пронозівка, Мозоліївка). Роз'їзд і селище залізничників Панське на греблі також успадкував назву затопленого села [2].

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 [2].

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, енотоподібний собака, лисиця, горностай [2].

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 [2].

## 1.2 Гідрогеологічні умови

Район Кременчуцького водосховища розташований в межах двох гідрогеологічних провінцій: Українського кристалічного щита і Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. У природних умовах режим ґрунтового водоносного горизонту формувався під впливом р. Дніпро, його притоків і кліматичних чинників. Спостерігався тісний гідравлічний взаємозв'язок з річковими системами, що обумовлював вільне його дронування. 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 [4].

Створення Кременчуцького водосховища негативно позначилося на прилеглих територіях, тому що стало чинником широкомасштабних змін гідрогеологічних умов. Змінився хімічний склад підземних вод та їх температура, підземні води опріснюються при фільтрації з водосховищ. При заповненні водосховищ вода всмоктується в ґрунт берегів і ложа, при цьому виникають так звані фільтраційні втрати, які можуть носити як тимчасовий так і постійний характер [4].

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-гідрологічними умовами берегової зони [4].

Після стабілізації рівня підземних вод фільтрація із водосховища може майже припинитися або проявлятися досить обмежено, тому що в результаті зменшення уклону сповільнюється швидкість руху води. Однією з найважливіших задач є аналіз змін хімічного складу ґрунтових вод, який дозволить усунути або мінімізувати вплив забруднюючих речовин, які можуть потрапляти в води внаслідок ведення сільського господарства і розвитку промисловості, але водносолевий і хімічний режими ґрунтових вод визначається комплексом різноманітних і взаємозв'язаних процесів, що проходять в неоднорідних природних і агрогосподарських умовах. При таких процесах виникає ряд труднощів безпосередньо у виявленні закономірностей режиму вод [4].

Гідрологічні дослідження з подальшою побудовою гідрохімічних і гідрологічних моделей для прилеглих до Кременчуцького водосховища територій, потрібні для того щоб виявити закономірності формування режиму ґрунтових вод в умовах тривалої експлуатації водоймища і захисних систем. Особливістю Черкаської області, яка повинна бути включена у розрахункові гідрологічні моделі, є фактори підпору ґрунтових вод та підтоплення території, що виникли у зв'язку з впливом побудови та експлуатації Кременчуцького водосховища [4].

### 1.3 Фізико – географічна характеристика

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 [5].

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 [5]. Утворене водосховище мало сприятливі гідрологічні показники для рибогосподарської діяльності (табл. 1.1).

За весняний період 1960 року площа затоплення склала 166 тис. га, а рівень води сягнув відмітки 77,7 м. Це привело до можливості поволі заповнити водою чималі за площею території з добре розвиненою рослинністю та безпосередньо створило дуже зручні умови для репродукції риби фітофільного комплексу. 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 [5].

До створення греблі Канівської ГЕС у 1972 р воно мало відкриту вершину й підпір води поширювався від греблі Кременчуцької ГЕС угору за течією річки Дніпро на 210 км до с. Бучак. 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 НІР дорівнює 225 000 га [5].

Таблиця 1.1 - Характеристика гідрологічних показників Кременчуцького водосховища після його заповнення (1960-1961рр) [6]

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

Площа мілководної зони (з глибиною до 2 м), яка підлягає періодичному осушенню, становить близько 320 км<sup>2</sup>, а площа акваторій з глибинами 2–5 м складає 880 км<sup>2</sup>. Площа акваторії з глибинами до 10 м становить 1840 км<sup>2</sup> від загальної площі водосховища. Найбільші за площею ділянки мілководдя з глибинами до 2 м знаходяться у верхній частині водосховища [5].

Водосховище розраховано на сезонне або часткове багатолітнє регулювання водостоку річки Дніпро, що дає можливість правильно перерозподіляти цей водостік протягом року для того щоб задовольнити потреби народного господарства.

За коефіцієнтом розвитку прибережної лінії Кременчуцьке водосховище поступається лише Каховському водосховищу. Не дивлячись на значну протяжність берегової лінії (яка складає близько 800 км), розмиті береги становлять лише 32 % від її довжини, а середнє значення за 10 років відступу брівки берега (переробка) коливалося в межах від 2 м до 10–15 м у нижній частині водосховища [5].

Береги водосховища здебільшого високі й обривисті особливо в середній і нижній його частинах. Площа водозабору річки Дніпра у створі греблі Кременчуцької ГЕС становить 382 км<sup>2</sup>, а у створі біля м. Канева – 336 км<sup>2</sup>. Площа бічних приток складає 43 750 км<sup>2</sup> (без обліку площі водного дзеркала водосховища), або 11,5 % від усієї водозбірної площі річки Дніпра до греблі Кременчуцької ГЕС. У водосховище також впадають основні притоки середньої течії Дніпра: ліві – Супой, Золотоноша, Сула; праві – Рось, Вільшанка, Тясмин. Сумарна площа басейнів лівих проток більша від правих орієнтовно на 10 % [5].

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 [5].

У водосховищі іноді створюватися умови, які сприяють формуванню температурних змін, 29 % яких відбуваються у верхньому шарі (на глибині до 2 м), 12% відбуваються на глибині від 2 м до 4 м, 28 % на глибині від 4 до 10 м, і 20 % відбуваються на глибині 20 м і більше. В водах Кременчуцького водосховища доволі часто можна спостерігати активну температурну стратифікацію з градієнтами до 2–4 °С на глибині від 7 до 8 м, а іноді вона захоплює значну площу акваторії водосховища [5].

Складні динамічні процеси спостерігаються на мілководдях, вони порушують стан водних мас, дно та береги. Такий процес зумовлює докорінну відмінність гідробіологічного режиму цих мілководних ділянок від глибоководних. Мілководдя на відмінно від глибоководних частин водойми прогрівається раніше у весняний період, високими температурами влітку й завчасним охолодженням в осінній період. Притому температура на них змінюється за короткий час та обхвачує увесь водний шар. В період суворих та малосніжних зим ( при температурі повітря -15 °С і нижче), водний шар на мілководдях леденіє дощенту, що несе за собою такі наслідки як гибель нектонних організмів. Меридіональна протяжність каскаду дніпровських водосховищ значно впливає на терміни початку весіннього прогрівання [5].

Водозбірна площа належить до типових багато гумусових чорноземів і сірих лісових ґрунтів [5].

### 1.3.1 Кліматичні умови

Формування клімату на даній території неможливе без таких факторів як: характер макромасштабної циркуляції повітряних мас, широтне положення, як чинник сонячної радіації, та характер підстилаючої поверхні

(орографічні умови, рослинність). Клімат району проектування помірно-континентальний, для нього притаманне спекотне, в окремі роки посушливе літо та відносно холодна зима. Пересічна багаторічна температура повітря в районі платформи передбачуваного будівництва дорівнює 10,1 °С. Найтеплішим місяцем є липень, середньомісячна температура якого досягає + 22,4 °С. Цілковитий максимум спостерігається в серпні, і складає + 39,3 °С. Місяць січень є найпрохолоднішим в році, його середньомісячна температурою повітря складає -2,9 °С, абсолютний температурний мінімум було зафіксовано в лютому з позначкою - 31,0 °С. За період спостережень з 1982 р. по 2012 р, який віддзеркалює сучасну тенденцію еволюції клімату, середньорічна температура повітря дорівнює + 10,6 °С ( що на 0,5 градусів більше багатолітньої). Найбільша строкова температура становить + 39,3 °С, а найменша - 26,7 °С (що на 4,3 градуси вище абсолютного мінімуму 1911 р) [15].

### 1.3.2 Рельєф та ґрунти

Ложем водосховища є заплава р. Дніпра та перша надзаплавна тераса, залита водами водосховища. До її складу входять теперішні алювіальні відклади, які часто мають суглинистий та супіщаний покриви [5]. До затоплення тут було біля 100 тис. га орних земель, сіножатей і пасовищ. Іншу територію займали озера, болота, ліси, задерновані піски та населені пункти. Ширина її коливається в межах від 4 до 8 км, досягаючи місцями 13–15 км. Рельєф у прирусловій частині горбкувато-гривастий, центральній – слабо-гривасто-рівнинний. Рельєф заплави складний через наявність бокових рукавів і стариць, вздовж яких стояли сформовані властиві еколого-топографічні зони. В ландшафтному обліку сегментно-гривастої заплави складається вельми багатоманітна картина ґрунтово-ботанічної різноманітності. Друга тераса утворена пісками, ширина її коливається в межах

від 6 до 11 км. Для неї характерні соснові та змішані ліси, болота та псамофільна рослинність [8].

Береги водосховища утворені схилами другої (борової), третьої й четвертої терас Дніпра, першою надзапlavною Сулинською терасою, а також корінним плато. Вони сформовані здебільшого лесовими породами (піски, суглинки, супіски та ін.), які добре розмиваються й осушуються під час сильних штормів. Інтенсивна переробка берегів відбувається на протязі 325 км, особливо в нижній частині водосховища [5].

Правий берег водосховища на ділянці Світловодськ – Черкаси високий, крутий. Висота його становить 30–40 м над нормальним підпертим рівнем. Берегова лінія хвиляста. На ділянці Дахнівка–Пекарі берегова лінія проходить у межах терасової низовини. Лівий берег нижчий (не перевищує 30 м над нормальним підпертим рівнем), обривистий. Правобережна зона на ділянці с. Велика Андрусівка – м. Черкаси характеризується величезною кількістю піщаних островів та обмілин. Острови витягнуті паралельно берегу з південного сходу на північний захід кількома грядами. На ділянці с. Велика Андрусівка – Адамівка вони віддалені від берега на 5–7 км і дуже розмиваються штормами. В районі сіл Сагунівка – Червона Слобода острови розміщені вздовж берега й входять до складу захисної дамби товарних рибницьких господарств [8].

У верхній частині водосховища мілководдя з'явилися через затоплення заплав, в середній – на затопленій заплаві та другій терасі. Особливу групу становлять мілководдя, що утворилися на обмілині й сформувалися в результаті переробки берегів [8].

Значна кількість великих і малих островів на валову площу яких у перші роки припадало 4 % загальної площі акваторії, об'єднані в масиви: Худяки, Сулинський, Липівський, Жовнинський та Адамівський. Хвильовий розмив що року понижає площу островів на 2–7 % по тій причині, що більшість з них, особливо Адамівські та Липівські, перетворилися в піщані



обмілини. Водосховище за конфігурацією, морфометричними ознаками і гідрологічним режимом поділяється на три частини – верхню (завдовжки 51 км), середню (55 км) та нижню (43 км) [8].

Основний об'єм водосховища близько 70 % перебуває в його нижній частині, середня становить 24 %, а ділянка, що залишилася (6 %), розподілена у русловій частині й просторовій зоні вище від м. Черкаси. Тому спрацювання корисного об'єму значно змінює морфометрію водосховища. Спрацюванню рівня на 2 м призводить до зменшення його площі на 350 км<sup>2</sup>, а спрацювання до мертвого об'єму – вдвічі [9].

Верхня частина Кременчуцького водосховища (озерно-річкова ділянка) розташована від греблі Канівської ГЕС до дамби Черкаси - Чапаївка загальною площею 37 тис. га. За відмітки рівня води 81 м (над нормальним підпірним рівнем) площа нерестовищ сягає 6,1 тис. га. Спад рівня води на 1 м нижче відмітки нормального підпертого рівня викликає зменшення площі ділянки більше ніж у два рази. Переважно більшу частину року вода перебуває в старому руслі Дніпра і тільки влітку виходить на заплаву, затоплюючи її на 0,5–1,5 м. Цей район визначається найбільш вираженими річковими умовами завдяки присутності достатньої кількості приток: річки Рось, Вільшанка та Супій. Максимальні глибини у руслі річки становлять 10 м, середня глибина – близько 2 м. Площа водного дзеркала ділянки становить 250 км<sup>2</sup>. Верхня ділянка водосховища ізольована від середньої залізничним насипом. Водообмін між ними здійснюється через вузьку (1100 м) протоку під залізничним мостом біля правого берега [9].

Річка Рось є правою притокою Дніпра, вона бере початок зі схилів Придніпровської височини й впадає у Кременчуцьке водосховище. Її довжина становить 346 км, а площа басейну - 12 600 км<sup>2</sup>. Живлення цієї річки здебільшого снігове, повінь починається в березні–квітні, а замерзання – у листопаді–грудні. На річці побудовані Стеблівська та Корсунь-Шевченківська ГЕС районного значення. Воду річки використовують

насамперед для постачання населеним пунктам. Основні притоки – Роська, Молочна, Торч, Тарган, Котлуй, Самець, Березанка, Сквирка, Роставиця, Кам'янка, Протока, Горохуватка, Росава [9].

Середня частина Кременчуцького водосховища (Озерна ділянка) розташована від Черкас до траверсу порту Адамівка – с. Жовнине. Характеризується широкими розливами до 20 км, розмитими берегами та наявністю піщаних островів-кучугур у відкритій частині. Найбільші глибини в старому руслі Дніпра досягають 16 м, середня глибина – близько 6 м. Найбільша ширина ділянки – 18 км; площа – близько 1000 км<sup>2</sup>. Нижче від Черкас, уздовж правого берега, розміщена група піщаних островів. Зниження рівня водосховища призводить до відносного скорочення площі озерної ділянки менше, ніж верхньої. Так, спад рівня води на 1 м нижче відмітки НІР призводить до зменшення середньої частини тільки на 10 %. Зниження рівня водосховища до ГМВ викликає скорочення площі цієї частини у два рази [10].

Нижня частина Кременчуцького водосховища розташована від порту Адамівка – с. Жовнине до греблі Кременчуцької ГЕС. Найбільш глибоководними є притоки річок Сули та Цибульник. У відкритій частині багато піщаних кучугур, місцями вкритих кущами та лісом. Найчастіше трапляються біотопи з чорноземом і глиною, переважно без рослинності. Площа нижньої ділянки, розміщеної в районі від с. Адамівки до греблі Кременчуцької ГЕС, становить 1000 км<sup>2</sup>. Найбільша ширина ділянки – близько 29 км; найбільша глибина – 25 м, середня – до 10 м. У центральній її частині, трохи ближче до правого берега, між селами Адамівка та Нагірне, з північного заходу на південний схід простягнулася гряда піщаних островів, частина з яких зруйнувалася й перетворилася в обмілини. Площа нижньої частини під час спаду рівня водосховища практично не змінюється, а зниження рівня до ГМВ призводить до зменшення лише на 12–13 % [10].

У пониззі водосховища розташована найбільша затока Кременчуцького водосховища – Сулинська. Її площа становить понад 24 тис. га, з яких майже половина – мілководдя з глибинами до 2 м. Ширина затоки майже 13 км, довжина – близько 22 км. У цій затоці знаходиться значна частина всіх мілководь водосховища. Вона має також дві відмінні одна від одної частини: верхня – це плавні, які повністю заростають і нижня з біднішою рослинністю. Сулинська затока являє собою найцінніший район для відтворення ляща, плоскирки, плітки, сазана, у меншій мірі – судака, щуки та окуня [5].

Неподалік від греблі в нижній частині водосховища розташована Цибульницька затока. Вона простягається від о. Московська гора траверсом на протилежний берег і вгору до гирла р. Цибульник. Це мілководна затока, утворена в результаті підпору води греблею Кременчуцької ГЕС у колишній заплаві річки Цибульник. Площа затоки – близько 1 тис. га, середня глибина – 4,5, максимальна – 8 м. Таким чином, площа Кременчуцького водосховища при нормальному підпірному рівні становить 2250 км<sup>2</sup>, причому 18,7 % складають мілководдя з глибинами до двох метрів. Середня глибина водосховища – 6 м, середня ширина – 15,1 км, довжина по осі – 149 км [11].

### 1.3.3 Гідрологічні умови

Берегова лінія водосховища слабо хвиляста з високим, крутим берегом висотою 20 - 30м. В районі міста водосховище розділяється насипною дамбою на дві частини. З ціллю захисту від хвильової абразії берегова частина захищена дамбою (довжина якої 16,7 км з позначкою гребеня 83,62 км). Кременчуцьке водосховище є головним регулятором стоку р. Дніпро і розраховане на річне регулювання. При цьому водосховище регулює стік для чотирьох нижче розміщених водосховищ [12].

Скид води в межень і наповнення водосховищ весною визначаються згідно з вимогами водокористувачів та водністю річки. Протягом 14 навігаційного періоду (з квітня по листопад) не допускається спрацювання водосховища нижче розрахункових позначок навігаційного рівня. В період підвищених навантажень енергосистеми в зимовий час допускається спрацювання водосховища до рівня метрового об'єму з наступним наповненням в період повені, до початку навігації. Основні характеристики водосховища: нормативний підпертий рівень складає 81,0 м; площа дзеркала водосховища становить 2252 км<sup>2</sup>, середня глибина водосховища дорівнює 6,0 м; повний об'єм водосховища при нормальному підпірному рівні складає 13,52 км<sup>3</sup>, довжина берегової лінії дорівнює 800 км [12].

За даними Черкаського регіонального управління водних ресурсів Кременчуцьке водосховище навесні наповнюється до позначки нормального підпірного рівня – 81,0 м. При пропуску катастрофічних паводків та при технічній необхідності допускається форсування горизонту позначки 81,4 м. Максимальний нагін в районі міста спостерігався висотою 35 см, згін – 75 см. Відмітка води у водосховищі в районі Кургану Слави і річного порту буде: при паводку 1% забезпеченості - 81-80 м, при паводку 0,5% забезпеченості – 82 м) [12].

#### 1.4 Гідробіологічні умови

Перетворення гідрологічного режиму призвела до безповоротних змін хімічного складу басейну Кременчуцького водосховища та р. Дніпра.

У Кременчуцькому водосховищі зміна середньої мінералізації води зросла з 252 мг/дм<sup>3</sup> на момент його заповнення і до 347 мг/дм<sup>3</sup> за період з 2007 по 2012 рр. Це пов'язано з підсиленням притоку ґрунтових вод під час зменшення рівнів води у водосховищі, інтенсифікацією розкладання

органічних речовин, збільшенням випаровування води, надходженням із донних відкладів [13]. При цьому зменшилася річна амплітуда коливання для головних іонів та величини мінералізації води. Саме тоді уповільнення течії води призвело до зростання ролі акумулятивних процесів [13].

Осадження завислих речовин мінерального та органічного походження на ділянках з активними седиментаційними процесами сприяє виведенню з ними із водного розчину багатьох домішок. За характерних фізико-хімічних умов водного середовища перерозподіл і трансформація розчинених форм елементів відбувається в напрямку згори – донизу з наступним депонуванням у донних відкладах [13].

Багаторічні дослідження водосховищ Дніпровського каскаду дозволили зробити висновок щодо їхньої значної екосистемної ролі як потужного біогеохімічного бар'єра, що найбільшою мірою проявилася під час Чорнобильської катастрофи 1986 р. Сучасний стан біоти пониззя Дніпра за мікробіологічними показниками майже всі ділянки відповідають класу якості води «добра» і «задовільна» протягом всього вегетаційного періоду. Показники загальної чисельності бактерій коливаються у межах 1,58-5,07 млн. кл/дм<sup>3</sup>, а сапрофітних бактерій - 0,2 - 2,32 тис. кл/дм<sup>3</sup>. На деяких ділянках, у зв'язку із забрудненнями, що надходять від сільського та промислового господарства, вода характеризується підвищеним вмістом бактерій і відповідає класу якості «слабко забруднена» та «помірно забруднена» [13].

#### 1.4.1 Бактеріопланктон

У Кременчуцькому водосховищі на даному етапі відмічається стабілізація мікробіологічних процесів. Так, кількість бактеріопланктону коливається у межах 1,13-2,45 млн. кл/дм<sup>3</sup> при біомасі 0,57-1,12 г/м<sup>3</sup>, без суттєвих змін за сезонами року. Найбільша концентрація бактерій відмічалася в населених пунктах, а також по балках, що свідчить про

забруднення водойми. Вміст сапрофітних бактерій змінювався від 0,02 до 16,2 тис. кл/дм<sup>3</sup> впродовж вегетації. Зростання кількості цих бактерій спостерігалось в районі промислових міст - Енергодара, Нікополя (2,5 тис. кл/мл<sup>3</sup>) та Запоріжжя (11,3-14,2 тис. кл/дм<sup>3</sup>) [5].

#### 1.4.2 Фітопланктон

Протягом його існування рівень вегетації водоростей зазнавав значних змін. Біомаса фітопланктону влітку протягом 1961–1964 рр коливалась у межах 2,3– 109 мг/дм<sup>3</sup> з домінуванням синьо-зелених (30–74%) і діатомових (14,7–57,1%) водоростей [14].

У 1968–1973 рр. середня біомаса його влітку становила 11,7 мг/дм<sup>3</sup> за чисельності 102,0 тис. кл/дм<sup>3</sup>, у 1981–1984 рр. — 3,97 мг/дм<sup>3</sup> при 71,3 тис. кл/дм<sup>3</sup> відповідно. Було визначено, що головним типом сукцесії фітопланктону водосховища є аутогенна, пов'язана з його біопродукційною активністю [15].

В умовах інтенсивного антропогенного впливу сукцесії фітопланктону характеризуються зниженням інтенсивності “цвітіння” води, зміною монодомінантних угруповань на оліго- і полідомінантні, а багаторічна динаміка структурнофункціональних характеристик фітопланктону на різних етапах його еволюції визначається зміною гідрологічного режиму. Встановлено, що токсичне забруднення водойм знижує біопродукційний потенціал їх окремих ділянок — від евтрофного до мезотрофного типу. Таким чином, на сьогодні в умовах постійних змін як гідрологічного режиму водосховища, так і антропогенного навантаження на його екосистему виникає необхідність у продовженні робіт з вивчення динаміки сукцесії фітопланктону, які відбуваються на сучасному етапі його існування [15].

У літній період 1981–2007 рр. біомаса фітопланктону Кременчуцького водосховища коливалась від 1,089 (2003 р) до 14,85 мг/дм<sup>3</sup> (1991 р) за

чисельності 5,414–140,433 млн кл/дм<sup>3</sup>. Розглядаючи зміни біомаси фітопланктону в зазначений період у динаміці за роками, можна відзначити циклічність у його розвитку. Так, 1981–1985 рр. характеризувались достатньо високими біомасами фітопланктону, які в середньому за 5 років досліджень були на рівні 6,06 мг/дм<sup>3</sup> за чисельності 58,778 млн кл/дм<sup>3</sup>. У 1986–1990 рр. спостерігався значний спад до рівня 3,7 мг/дм<sup>3</sup> і чисельності 26,028 млн кл/дм<sup>3</sup>. У наступні 5 років відбулось істотне збільшення біомаси фітопланктону у водосховищі, яке перевищило показники 1981–1985 рр. у півтора рази, а у 1996–2000 рр. — знову відбулось значне зниження його біомас (3,06 мг/дм<sup>3</sup>) до рівня нижчого, ніж у 1986–1990 рр. Період 2001–2005 рр. характеризувався незначним збільшенням рівня вегетації водоростей, а 2006–2007 рр. — черговим спадом [15].

Біомаса фітопланктону значною мірою формувалась за рахунок розвитку синьо-зелених та діатомових водоростей. На фоні зниження біомаси фітопланктону в динаміці за роками спостерігалось поступове підвищення ролі діатомових водоростей у формуванні біомаси фітопланктону в літній період та відповідно зменшення ролі синьо-зелених водоростей. Так, у 1981–1985 рр. біомасу водоростей на 72% формували синьо-зелені водорості, у 1986–1990 рр. - на 76%, у 1991–1995 рр. - на 66%, поступово знижуючись у 2006–2007 рр., їхня частка загальної біомаси зменшилась до 46%. Відповідно відбулось збільшення частки діатомових водоростей від 9% у 1981–1985 рр. до 41% у 2006–2007 рр. У 2002, 2003 та 2007 рр. діатомові водорості на 59, 58 та 54% відповідно формували біомасу фітопланктону і були домінуючою групою водоростей. Значення інших систематичних груп водоростей у формуванні біомаси фітопланктону за період досліджень значною мірою не змінилось, коливаючись за роками в межах 1–5%, виняток становили лише жовто-зелені водорості, які набували значного розвитку у 1996–2000 рр., складаючи в середньому 11% і були представлені видом *Tribonema vulgare*. Серед синьо-зелених водоростей домінували *Microcystis aeruginosa*,

*Aphanizomenon flos-aquae* (1981–1983, 1985, 1996–2000 pp.), *M. aeruginosa*, *Anabaena spiroides* (1984, 1986–1991 pp.), *A. spiroides*, *A. flosaquae* (1992–1995 pp.), *M. wesenbergii*, *M. aeruginosa* (2001 p), *A.n flosaquae*, *M. wesenbergii* (2004 p), *A. flosaquae*, *M. aeruginosa*, *Oscillatoria* sp. (2005, 2006 pp.) [15].

Серед діатомових домінували *Melosira granulata*, *M. italica* (2003 p), *M. granulata*, *M. warians* (2002, 2007 pp.). При порівнянні біомаси фітопланктону в різні роки досліджень та відповідно домінуючих груп водоростей можна дійти висновку, що на фоні істотних змін кількісних показників розвитку фіто- планктону відбувається зміна домінуючих видів водоростей. Так, у період пікового підвищення біомас до 6,06; 9,16 мг/дм<sup>3</sup> домінуючими видами водоростей були *M. aeruginosa*, *A. flos-aquae*; *A. spiroides*, *A. flos-aquae*, а при 5,12 мг/дм<sup>3</sup> (2001 p) — *M. wesenbergii*, *M. aeruginosa*. У період спаду вегетації водоростей до 3,06; 3,76 мг/дм<sup>3</sup> та 2,14 мг/дм<sup>3</sup> (2004 p) домінували відповідно *M. aeruginosa*, *A. flos-aquae*; *M. aeruginosa*, *A. spiroides* та *M. wesenbergii*, *M. aeruginosa*. У 1981–1983, 1985 pp до 60% загальної біомаси водоростей формував вид *M. aeruginosa*, а у 1996–2000 pp. — лише 17–33%, і 27– 30% — *A. flosaquae*, що відбулося на фоні зниження загальної частки синьо-зелених водоростей в середньому від 71,9 до 57% [14].

### 1.4.3 Зоопланктон

Одним з найважливіших факторів, який впливає на виживання молоді риби та її біологічні показники, є стан кормової бази. Основу живлення молоді риби у літній період на нерестовищах становить зоопланктон [16].

У літній період (липень-серпень) за 2007 рік біомаса зоопланктону в середньому в водосховищі становила 0,14 г/м<sup>3</sup>. Домінуючою систематичною групою за біомасою виявилася *Cladocera*. Тенденція збільшення зоопланктону від вершини до пониззя залишається і на сьогоднішній день. Найпродуктивніша за біомасою є нижня частина – 0,34 г/м<sup>3</sup>. У середній



частині водосховища показник біомаси був  $0,22 \text{ г/м}^3$ , а у верхній ще менше –  $0,05 \text{ г/м}^3$  [16].

Найпродуктивнішими ділянками за біомасою у верхній частині є Завадівський уступ ( $0,13 \text{ г/м}^3$ ), в середній – район Червоної Слободи ( $0,25$ ) і район Леськи-Худяки ( $0,29 \text{ г/м}^3$ ), а у нижній частині – Цибульницька затока ( $2,28 \text{ г/м}^3$ ), Сулинська ( $0,64$ ), Московська гора ( $0,88$ ) та Вереміївна– Жовнине ( $0,23 \text{ г/м}^3$ ). Таким чином, кількісне поширення зоопланктону в акваторії Кременчуцького водосховища, за даними 2007 р було нерівномірним. Найкращий його розвиток спостерігався в нижній частині (біомаса  $0,34 \text{ г/м}^3$ ), а найгірший – у верхній (біомаса  $0,05 \text{ г/м}^3$ ) [16].

У Кременчуцькому водосховищі є затоки, які мають велике рибогосподарське значення, оскільки в них відбувається природне відтворення риб. У Сулинській і Цибульницькій затоках відзначено одні з найвищих показники зоопланктону. Біомаса в середньому становила  $0,64$  та  $2,27 \text{ г/м}^3$ . У верхній частині водосховища найчисельнішою групою була Cladocera (60 %). Особливістю цієї частини є високий відсоток групи Сорерода (до 20 %). У середній і нижній частинах водосховища на цю групу припадало лише 8,4 та 3,9 %. Найбільше значення мали Pleuroxus sp. ( $1,4 \text{ екз/дм}^3$ ) і Chydorus sphaericus ( $0,6 \text{ екз/дм}^3$ ). У середній частині водосховища домінувала також група Cladocera (66,5 %). Важливішу роль відігравали Bosmina longirostris ( $3,3 \text{ екз/дм}^3$ ) та Bosmina coregoni ( $1,8 \text{ екз/дм}^3$ ). У нижній частині водосховища переважала ця ж сама група – Cladocera (62,8 %). Найбільше значення мали Chydorus sphaericus ( $1,8 \text{ екз/дм}^3$ ), Ceriodaphnia ( $1,5$ ) і Diaphanosoma brachyurum ( $2,7 \text{ екз/дм}^3$ ). Особливістю нижньої частини – велика кількість Rotatoria – до 33,3 %. У цій групі найчисельніші Euchlanis dilatata ( $9,4 \text{ екз/дм}^3$ ), Asplanchna priodonta ( $3,6$ ) і Br.diversicornis ( $2,5 \text{ екз/дм}^3$ ). У Сулинській затоці водосховища превалювала група Rotatoria (80 %). Найважливішу роль відігравали Br.diversicornis ( $51,7 \text{ екз/дм}^3$ ), Euchlanis dilatata ( $3,3$ ) і Br.diversicornis ( $1,6 \text{ екз/дм}^3$ ). У Цибульницькій затоці

водосховища найчисельніша домінуюча група – *Rotatoria* (52,7 %). Найважливіше значення мали *Euchlanis dilatata* (31,9 екз/дм<sup>3</sup>), *Br. diversicornis* (4,4) і *Asplanchna priodonta* (3,3 екз/дм<sup>3</sup>) [5].

Були виявлені також організми, які заселяли тільки окремих район. Наприклад, *Ceriodaphnia* sp. представлена лише на ділянках нижньої частини Кременчуцького водосховища, у середній і нижній частинах вона не була зафіксована. *Simoserphalus* sp. траплявся тільки в районі Червоної Слободи середньої частини водосховища, а *Monospillus* sp. та *Pleuroxus* sp. – лише у верхній його частині. Продукційні можливості водосховища за рахунок зоопланктону можуть забезпечувати потенційний приріст іхтіомаси на рівні від 1,25 кг/га в його вершині до 56,75 кг/га в Цибульницькій затоці. Можливий промисловий вилов риб зоопланктонофагів за рахунок споживання літнього зоопланктону сягає від 0,22 до 10,09 кг/га [5].

Отже, за кількісними показниками зоопланктону Кременчуцьке водосховище останніми роками можна вважати середньо- і малокормним. Найкраще розвивався зоопланктон в нижній частині (біомаса 0,34 г/м<sup>3</sup>), а найгірше – у верхній (біомаса 0,05 г/м<sup>3</sup>). Основу зоопланктонних угруповань становлять гіллястовусі ракоподібні та коловертки [5].

#### 1.4.4 Зообентос

В період 1997-2005 рр. за кількісними показниками розвитку кормової бази, фітопланктону, зоопланктону та зообентосу Кременчуцьке водосховище можна вважати середньо– та малокормним з домінуванням у фітопланктонних угрупованнях діатомово-синьо-зеленого комплексу. Основу біомаси зоопланктонних угруповань формували гіллястовусі ракоподібні та коловертки, “м’якого” зообентосу – олігохети та лялечки хірономід. [16].

#### 1.4.5 Макрозообентос

В даний час у фауні пониззя Дніпра виявлено 21 фауністичну групу донних безхребетних, представлених 226 видами, внутрішньовидовими таксонами і таксонами інших рангів. Найбільш щільні скупчення бентосних організмів знаходяться на мілководних, добре аерованих ділянках. Зі збільшенням глибини та замулення щільність і біомаса гідробіонтів знижуються, зростає роль «м'якого» бентосу, в якому домінують гамариди і корофіїди (26 % і 65 %, відповідно) [16].

#### 1.4.6 Вища водна рослинність

Пониззя Дніпра характеризується флористичним та фітоценотичним різноманіттям. В сучасний період у рослинному покриві пониззя Дніпра зафіксовано 56 видів макрофітів. Переважають родини Potamogetonaceae (12 видів), Сурегасеае (5), Lemnaceae (5), Hydrocharitaceae (4). Тут зберігся комплекс водної флори, який включає раритетні види, що охороняються: *Ceratophyllum tanaiticum* (Європейський Червоний Список), *Aldrovanda vesiculosa*, *Trapa natans*, *Nymphoides peltata*, *Salvinia natans* (Червона книга України), *Nymphaea alba*, *Utricularia vulgaris* (Червоний список Херсонської області). Дослідження, які були проведені Інститутом гідробіології НАН України у пониззі Дніпра у 2014 р, дозволили виявити такі тенденції динаміки показників вищої водної рослинності за останнє десятиріччя, які дозволяють зробити висновок, що у руслі Дніпра та основних його рукавах внаслідок збільшення розмірів мілин спостерігається розширення заростей реофільних видів вищих водних рослин [17].

Рідкісними стали алювіально залежні види, які раніше були звичайними для пониззя Дніпра та утворювали власні угруповання:

- у другорядних протоках, які не втратили течії, прослідковується тенденція замулення та заболочування;

- збільшилася частка глухих другорядних проток, які майже втратили гідрологічний зв'язок з руслом.

В них 17 відбуваються інтенсивні процеси заболочування та заростання угрупованнями видів болотного комплексу:

- у заплавах водоймах продовжується тенденція збіднення флористичного складу, в якому залишаються види-індикатори процесів евтрофікації та заболочування; спрощується структура заростей;

- збільшилася частка водойм, які через послаблення водообміну та обміління, повністю заростають лататтям.

У подальшому такі водойми перетворюються на:

- дистрофні (з втратою своєї цінності для рибного господарства);

- в яких формуються сірководневі зони, в яких рослинність майже відсутня. Тут майже відсутні кормові організми для риб;

- в яких зберігається тенденція зникнення раритетних видів водної флори;

- німфейника щитолистого та горіха водяного.

У водоймах, в які потрапили комунально-побутові стоки м. Херсона, спостерігаються процеси значної перебудови екосистеми, де розвиток макрофітів значно пригнічується через гіперцвітіння водоростей [17].

### 1.5 Характеристика іхтіофауни

Л.М. Зуб проводила дослідження рослинності Кременчуцького водосховища з використанням еколого-флористичних принципів, але нею не охоплено всього ценотичного різноманіття класу Кременчуцького водосховища [5].

Надводний ярус представлений переважно видами широкої екологічної амплітуди класу Phragmito-Magno-Caricetea (*Butomus umbellatus* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb). Підводний – досить

розріджений і представлений видами класу Potametea, які мають загальне проективне покриття до 5%. У складі флори угруповань рослинності класу Lemnetae беруть участь 23 види судинних рослин, які належать до 12 родин. При порівнянні з флорою класу в цілому для України, кількість видів є меншою на 10-15 та однаковою з кількістю видів рослинності класу території РЛП "Кременчуцькі плавні" [18].

Співвідношення однодольних та дводольних становить 1:0,7. Таке співвідношення характерне лише для синтаксонів класів Lemnetae і Potametea, що зумовлено переважанням однодольних серед представників водойм. Більшість видів належить до Magnoliophyta і лише один – до Polypodiophyta. Найбільшу кількість представників містять родини Potamogetonaceae, Lemnaceae та Hydrocharitaceae. У спектрі життєвих форм за Раункієром, переважають криптофіти гідрофіти (85,9%). У формуванні надводного ярусу угруповань беруть участь криптофіти гелофіти (14,1%), частка останніх є меншою у порівнянні з флорою класу долини р. Рось [9] та РЛП "Кременчуцькі плавні" [18].

В екологічній структурі за фактором зволоження спостерігається переважання гідрофітів (89,5%), решту складають гігрофіти (10,5%). Аналіз географічної структури виявив кількісну перевагу у зональному спектрі плюризональних (39,4%), бореомеридіональних (23,1%) та температурно-меридіональних (22,6%) видів. При порівнянні з флорою класу долини р. Рось, у ній виявлена більша частка видів субмеридіональної хорологічної групи, а ніж на території водосховища [18].

У регіональному спектрі переважають види циркумполярної (31,2%) та космополітної (19,5%) хорологічної групи. У кліматичному хорологічному спектрі переважають види індиферентної групи (85,3%). Діагностичними видами класу є: *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna minor* L., *L. trisulca* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid, які відповідають діагностичним видам класу України [19].

Представлений порядком Lemnetalia та трьома союзами Lemnion minoris, Lemnion trisulcae і Hydrocharition morsus-ranae. Угрупування порядку Lemnetalia minoris об'єднують ценози дрібних, вільноплаваючих на поверхні видів малопроточних мілководь. Діагностичними видами порядку є Lemna minor, L. trisulca, Spirodela polyrrhiza, Hydrocharis morsus-ranae L., які є діагностичними і для порядку у водосховищах Росії [19].

Союз Lemnion minoris об'єднує угрупування малопроточних затінених та відкритих водойм з високим ступенем трофності води. Діагностичними видами союзу є Lemna minor, L. trisulca, L. gibba L., Spirodela polyrrhiza, на території водосховища відсутній вид Wolffia arrhiza (L.) Horkel ex Wimm. Представлений трьома асоціаціями: Lemnetum minoris, Salvini-Spirodeletum polyrrhizae, Spirodeletum polyrrhizae.

Мілководдя завглибшки до 2 м нижче нормального підпірного рівня займають 415,2 км<sup>2</sup>, або близько 18,5% акваторії Кременчуцького водосховища [35]. З початку 70-х років ХХ ст. на цьому водному об'єкті зменшуються площі мілководь у зв'язку з їх відторгненням для різних потреб (будівництво нерестово-вирощувальних і ставкових рибницьких господарств та віддамбування в інтересах сільського господарства). З урахуванням відторгнутих акваторій площа Кременчуцького водосховища нині становить 208,2 тис. га, а мілководної зони – 30,6 тис. га (14,3%) [20]. Однак, 10,2 тис. га мілководь у вершині водосховища й Сулинській затоці “випали” з нерестового фонду внаслідок суцільного заростання водяною рослинністю. Таким чином, фактична площа мілководь Кременчуцького водосховища становить 20,4 тис. га (9,5%): у верхній частині мілководь – 6,1 тис. га (2,8%), середній – 0,1 (0,05%) і в нижній частині – 14,2 тис. га (6,63 %).

За рівнем води 81 м площа нерестовищ сягає 6,1 тис. га. Спад рівня води на 1 м нижче відмітки нормального підпірного рівня призводить до зменшення площі мілководь майже у два рази. Більшу частину року вода знаходиться в старому руслі Дніпра і тільки влітку виходить на заплаву,

затоплюючи її на 0,5–1,5 м. У цьому районі найбільш виражені річкові умови завдяки наявності достатньої кількості приток – Росі, Вільшанки та Супого. Максимальні глибини у руслі річки – 10 м, середня глибина – до 2 м. Площа водного дзеркала ділянки – 250 км<sup>2</sup>. Верхня ділянка водосховища відокремлена від середньої залізничним насипом біля м. Черкас. Водообмін між ними здійснюється через вузьку (1100 м) протоку під мостом біля правого берега. Переважають біотопи з замуленим піском і рослинністю [20].

Серед нерестовищ верхньої частини відмічено 15 основних ділянок:

1) мілководдя в районі м. Канів. Глибина у місцях відбору проб – 1,2 м, ґрунт – переважно замулений пісок. З рослинності траплялися рдесник плавучий, рдесник гребінчастий, сусак зонтичний, стрілолист звичайний. Відносна чисельність цьоголіток риби на цій ділянці становила 492 екз/100 м<sup>2</sup>. В уловах налічувалося 10 видів риби: плітка, плоскирка, окунь, головень, краснопірка, верховодка, гірчак, голка пуглощока чорноморська, бичок пісочник, бичок цуцик. Індекс Шенона на цій ділянці порівняно з іншими високий – 2,23 біт/екз. Значне різноманіття видів зумовлено, насамперед, великою чисельністю непромислових видів риби – верховодки (190 екз/100 м<sup>2</sup>), гірчака (74), голки пуглощокої чорноморської (68) і бичків (45 екз/100 м<sup>2</sup>). Індекс вирівняності за Пієлом становив 0,67, що є показником відсутності супердомінанту в складі рибного населення [21];

2) мілководдя у районі гирла р. Росі (Черкаський район). Глибина ділянки в місцях відбору проб – 1,1 м, ґрунт – переважно замулений пісок. З рослинності траплялися рдесник плавучий, рдесник гребінчастий, спірогіра, очерет звичайний, гречиха земноводна, глечики жовті. Відносна чисельність цьоголіток становила 3042 екз/100 м<sup>2</sup>. В уловах малькової ткани виявлено 20 видів риби: лящ, плітка, щука, в'язь, плоскирка, окунь, краснопірка, карась сріблястий, ялець, пічкур, лин, верховодка, гірчак, минь річковий, голка пуглощока чорноморська, колючка триголкова, щипавка, бичок пісочник, бичок цуцик, бичок кругляк. Індекс Шенона на цій ділянці високий – 2,58

біт/екз. В уловах було багато цінних видів риби – щуки, яльця, лина, миня річкового, які в інших місцях практично не траплялися. Індекс рівномірності за Пієлом становив 0,62, що є показником однакового співвідношення різних видів у складі рибного населення [21];

3) острів “Плавучий” – гирло р. Росі в правобережній частині Дніпра, поблизу с. Хрещатик (площа 240 га). Відокремлене від корінного берега вузькою протокою. Загальна площа території, які риби використовують для нересту - 160 га, глибина – 0,4 м, ґрунт – пісок. Рослинність – очерет звичайний і рдесник плавучий. Відносна чисельність молоді риби – 2707 екз/100 м<sup>2</sup>. В уловах малькової ткани виявлено 19 видів риби: лящ, щука, плітка, в’язь, плоскирка, окунь, краснопірка, карась сріблястий, ялець, головень, лин, верховодка, вівсянка, гирчак, щипавка, голка пуглошока чорноморська, колючка триголкова, бичок пісочник, бичок цуцик. Індекс Шенона на цій ділянці високий – 2,23 біт/екз. Найчисельнішими видами були: верховодка (1527 екз/100 м<sup>2</sup>), плітка (491) і краснопірка (241 екз/100 м<sup>2</sup>). Індекс рівномірності за Пієлом становив 0,65, що є показником відносно однакового співвідношення різних видів у складі рибного населення [21];

4) затока “Горохівка” – лівий берег Кременчуцького водосховища. Вхід до неї розташований нижче від острова „Плавучий” і вище від острова “Марченки”. Площа затоки за нормального підпірного рівня – близько 260 га, з яких на частку мілководь припадало майже 200 га. Під час підняття рівня води вище нормального підпірного рівня площа нерестовищ тут може збільшуватися до 500–600 га за рахунок затоплення лук. Відносна чисельність молоді риби становила 543 екз/100 м<sup>2</sup>. В результаті проведених досліджень у затоці “Горохівка” виявлено дев’ять видів риби: верховодка, плітка, краснопірка, гирчак, пічкур, чебачок амурський, карась сріблястий, щипавка, окунь. Індекс Шенона на цій ділянці має середнє значення – 1,94 біт/екз. Індекс рівномірності за Пієлом – 0,67, що є показником відносно однакового співвідношення різних видів у складі рибного населення [21];



5) затока “Завадівський уступ” (площа 70 га) – лівий берег Кременчуцького водосховища, дещо нижче за течією від затоки “Горохівка”. Глибина в місцях відбору проб – 1,4 м, ґрунт – піщаний і мулистий. Рослинність - рдесник плавучий, спірогіра, водяний горіх, сальвінія плавуча. Відносна чисельність цьоголіток риби – 3880 екз/100 м<sup>2</sup>. В уловах малькової ткани виявлено 12 видів молоді риби: щука, плітка, краснопірка, верховодка, окунь, карась сріблястий, головень, верховодка, гірчак, бичок цуцик, бичок пісочник, щипавка. Індекс Шенона мав середнє значення – 2,56 біт/екз. Індекс рівномірності за Пієлом становив 0,44, що дає підставу стверджувати про наявність у складі рибного населення домінуючих видів – плітки, верховодки та краснопірки [21];

б) мілководдя р. Вільшанки. Глибина в місцях відбору проб становила 1,0 м, ґрунт – замулений пісок. Серед рослинності траплялися рдесник плавучий, сальвінія плавуча, очерет звичайний, стрілолист звичайний, латаття біле, глечики жовті, ряска мала, рдесник гребінчастий, сусак зонтичний. Відносна чисельність молоді риби на цій ділянці – 1096 екз/100 м<sup>2</sup>. В уловах малькової ткани налічувалося 13 видів: щука, плітка, краснопірка, плоскирка, окунь, карась сріблястий, лин, верховодка, тюлька, гірчак, бичок пісочник, бичок цуцик, голка пухлощока чорноморська. Індекс Шенона високий – 2,65 біт/екз. На цій ділянці виявлено велику кількість молоді цінних промислових видів – щуку, окуня, линя, плітку та краснопірку. Індекс рівномірності за Пієлом становив 0,72, що дає підставу стверджувати про відсутність домінуючих видів у складі рибного населення [21];

7) мілководдя в районі с. Дахнівки. Глибина в місцях відбору проб – 0,8 м, ґрунт піщаний та замулений пісок. Серед рослинності траплялися рдесник плавучий, очерет звичайний, рдесник гребінчастий, стрілолист звичайний, сусак зонтичний. Відносна чисельність молоді риби – 535 екз/100 м<sup>2</sup>. У пробах налічувалося 13 видів молоді риби: щука, плітка, в’язь, плоскирка, окунь, краснопірка, ялець, головень, верховодка, тюлька, бичок пісочник, бичок

цуцик, голка пухлощока чорноморська. Індекс Шенона високий – 2,09 біт/екз. На цій ділянці зосереджені нерестовища цінних видів риби – щуки, окуня, в'язя, яльця, головня. Індекс рівномірності за Пієлом мав середній показник – 0,57 [21];

8) мілководдя біля Дніпра. Глибина – 0,6 м, ґрунт – замулений пісок. Рослинність – рдесник плавучий, очерет звичайний, ряска мала, рогіз вузьколистий. Відносна чисельність молоді риби – 2091 екз/100 м<sup>2</sup>. У пробах траплялися 18 видів риби: лящ, судак, сазан, щука, плітка, в'язь, краснопірка, плоскирка, окунь, ялець, головень, лин, верховодка, гірчак, бичок пісочник, бичок цуцик, голка пухлощока чорноморська, щипавка. Індекс Шенона високий – 2,52 біт/екз. На цій ділянці виявлено такі цінні види, як судак, сазан, в'язь, лин. Індекс вирівняності за Пієлом становив 0,61, що є середнім показником однакового співвідношення різних видів у складі рибного населення [21];

9) мілководдя в районі від р. Супою до ліній с. Домантове – Сокирне. Ділянка характеризувалася складним і дуже різнобічним ландшафтом з великою кількістю островів (незатоплені ділянки та заплави). Мілководдя займали близько 1750 га. Ґрунт піщаний. З рослинності траплялися рдесник плавучий, рдесник гребінчастий, сусак зонтичний, спірогіра. Відносна чисельність молоді риби – 1201 екз/100 м<sup>2</sup>. У пробах налічувалося 12 видів молоді риби: лящ, щука, плітка, краснопірка, плоскирка, окунь, ялець, щипавка, верховодка, голка пухлощока чорноморська, бичок пісочник, бичок цуцик. Індекс Шенона становив 1,94 біт/екз. Індекс рівномірності за Пієлом низький – 0,35, що свідчить, про наявність домінуючих видів – плітки та окуня. Униз за течією до дамби “Черкаси–Чапаївка” вздовж лівого берега водосховища, в районі с. Коробівка–Чапаївка є також невеликі за площею ділянки близько 1,5 га. Наступні 6 ділянок відіграють дуже малу роль у відтворенні основних промислових видів риби і крім того вони займають

невеликі площі тому, детального опису цих місць ми не приводимо, а обмежуємось тільки загальною площею і їх місцем знаходження [21];

10) озеро “Осове” (площа 60 га) – гирло р. Росі [21];

11) озеро “Станове” (площа 15 га) – межиріччя Росі та Вільшанки. З водосховищем з’єднане в районі пристані с. Тубільці [21];

12) озеро “Глусець” (площа 11 га) – межиріччя Росі й Вільшанки у районі Вільшанської дамби лиманного господарства ЗАТ “Вільшанка”[21].

13) озера “ Велике Котище” (площа 10 га) і “Мале Котище” (площа 7 га) – межиріччя Росі та Вільшанки. Озера з’єднані між собою і з водосховищем протокою [21];

14) мілководдя біля с. Бубнівська Слобідка – Матвіївка (Золотоніський район). Загальна площа мілководь у цьому районі – 440 га. Під час весняного підняття рівня води вище нормального підпірного рівня площі нерестовищ значно збільшувалися і становили 900–1200 га. Ділянка складалася з трьох окремих мілководних масивів [21];

15) мілководдя поблизу с. Матвіївки (площа 110 га). Під час підняття рівня води вище нормального підпірного рівня на 1 м площа нерестовищ збільшувалася до 200–300 га [21].

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

### 1.6.1 Седиментаційний режим

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 [11].

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. 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 [11].

#### 1.6.2 Характеристика гідрохімічного режиму

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 [22].

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 [22].

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. Після створення Київського та Канівського водосховищ мінімум мінералізації змістився на пізніші строки – серпень – жовтень. У зв'язку з тим, що водосховище мало проточне, мають місце незначні зміни мінералізації за повздоженою віссю: показники якості зростають згори донизу внаслідок повільного просування повеневих вод. Завдяки змішуванню вод з різною мінералізацією відбулося усереднення концентрацій різних іонів, що дало змогу встановити кількісну залежність загальної мінералізації від концентрації домінуючих іонів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{HCO}_3^-$  [23].

Мінералізація води. 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 Тополиний, 2007 р), що знаходиться в межах попередніх років і не перевищує встановлених норм. За нашими

даними в середньому мінералізація в 2005–2007 рр. становила 359,2 мг/дм<sup>3</sup>. 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 [23].

### 1.6.3 Температурний режим

Температура навесні підвищується значно швидше, ніж знижується восени. Максимально тепло спостерігається у липні–серпні, а найменше в період грудня – березня (табл. 1.2) [24].

Таблиця 1.2 Середньобогаторічні показники термічного режиму Кременчуцького водосховища, °С [25]

Середня температура повітря	Місяці									
	ІІІ	ІV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	0,5	7,8	16,2	20,5	22,8	22,0	17,2	10,9	4,8	1,0

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 [24].

#### 1.6.4 Забруднювачі антропогенного походження

Разом з тим, крім забору води для задоволення господарських потреб, одним з найнесприятливіших факторів антропогенного походження є забруднення водосховища неочищеними і не доочищеними стічними водами, у яких містяться не тільки побутові, але й стоки промислових підприємств. Найбільшу небезпеку для оточуючого природного середовища несуть не доочищені і неочищені стоки. Щорічно за 2005–2007 рр. внаслідок діяльності людини у водосховище в середньому потрапляло близько 61 млн м<sup>3</sup> зворотних вод, з яких більше половини становлять не доочищені і неочищені. З неочищеними водами у Кременчуцьке водосховище потрапляє велика кількість забруднюючих речовин. Ці забруднення спричиняють зміну, а інколи навіть руйнування оптимальних структур еволюційно сформованих біоценозів [23].

Значна кількість забруднювальних речовин потрапляє у водосховище також з стоками сільськогосподарських угідь тваринницьких комплексів, приватних садиб, територій населених пунктів [25].

Забруднювачі різноманітного походження скидаються у водосховище не рівномірно. Так у верхню частину Кременчуцького водосховища у 2008 р було скинуто найменшу кількість забруднених зворотних вод – 3,74 млн м<sup>3</sup>, хоча більша частина з них є взагалі неочищеною. У середню частину водосховища надійшло 6,23 млн м<sup>3</sup> не доочищених стічних вод, а у нижню – найбільше кількість забруднених стоків – 24,05 млн м<sup>3</sup> промислово-

побутових зворотних вод. На водосховищі чітко простежується загальна тенденція надходження стічних вод, пов'язаних із розташуванням великих міст, відмічена для більшості водних об'єктів України [26].

Також звертає на себе увагу великі обсягу скиду забруднювачів у дві основні затоки нижньої частини Кременчуцького водосховища – Цибульницьку і Сулинську, які відіграють значну роль у відтворенні аборигенної іхтіофауни. Така діяльність може призвести до погіршення умов відтворення, виникнення аномалій розвитку ікри і цьоголіток, що у подальшому може погано відобразитися на природній смертності риб [26].

Найбільшу кількість забруднюючих речовин в Кременчуцьке водосховище скидають виробничі управління водно-комунального господарства міст Олександрія (7,941 млн. м<sup>3</sup>), Черкаси (2,708), Світловодськ (3,184), с. м. т. Лубенське (2,099), шахта ім. Ленінського комсомолу (5,255) та розріз «Морозовський» (5,047 млн. м<sup>3</sup>) [26].

Наслідком забруднення води токсичними речовинами є поява фенодівіантів (морфологічні відхилення та спотворення) у деяких видів риб, таких як випадання лусок бічної лінії, редукція зябрових променів, відсутність очей, тощо. Забруднення водосховища канцерогенними речовинами призводить до збільшення кількості риб з пухлинами [25].



## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДИ

Оцінку якості води проводять на основі системи показників, тому що не існує одного показника, який би зміг охарактеризувати весь комплекс характеристик води. Показники якості води поділяються на фізичні, хімічні бактеріологічні та гідробіологічні. Іншою формою класифікації показників якості води є їх поділ на загальні і специфічні. До загального відносять показники, які характерні для будь-яких водних об'єктів. Від природних умов місцевості залежить кількість присутніх у воді специфічних показників, вміст яких також обумовлений особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт. До основних фізичних показників якості води також відносяться температура [27].

Температура водного об'єкту залежить від одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, переносу тепла течіями, перемішування водних мас і надходження підігрітих вод із зовнішніх джерел. Вона впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води. Температура води вимірюється в градусах Цельсія (°C). Вона являє собою важливу гідрологічну характеристику водойми та є показником можливого теплового забруднення, яке відбувається зазвичай в результаті використання води для відводу надлишкового тепла і скидання води з підвищеною температурою у водойму. При тепловому забрудненні, як правило, підвищується температура води у водоймі в порівнянні з природними значеннями температур в одних і тих самих точках у відповідні періоди сезону [27].

Основними джерелами промислових теплових забруднень є теплі води електростанцій (насамперед атомних) і великих промислових підприємств, що утворюються в результаті відведення тепла від нагрітих агрегатів і машин. У водойми часто надходять скидні води від електростанцій, температура яких може бути на 8-12 °С більше від тих вод, які забираються з того ж водоймища. Теплове забруднення для водойм є небезпечним, воно викликає інтенсифікацію процесів життєдіяльності і прискорення природних життєвих циклів водних організмів, зміну швидкостей хімічних і біохімічних реакцій, які протікають у водоймі. В умовах теплового забруднення значно змінюються кисневий режим і інтенсивність процесів самоочищення водойми, змінюється інтенсивність фотосинтезу та ін. Як правило у результаті цього порушується природний баланс водойми, складаються особливі екологічні умови, що негативно позначаються на тваринному і рослинному співтоваристві, зокрема:

- підігріта вода дезорієнтує водні організми, створює умови для виснаження харчових ресурсів;
- посилюються температурні відмінності по вертикальних верствах, особливо в холодний сезон, в протилежність тому, який складається в результаті природного розподілу температур води;
- при підвищенні температури води, зменшується концентрація розчиненого кисню, що посилює кисневий режим, особливо в зонах скидання комунально-побутових стоків;
- при підвищеній температурі багато водних організмів, зокрема риби, знаходяться в стані стресу, що знижує їх природний імунітет;
- відбувається масове розмноження синьо - зелених водоростей;
- утворюються теплові бар'єри на шляхах міграцій риби;
- зменшується видове різноманіття рослинного і тваринного «населення» водойм та ін. [27].

Фахівці встановили: щоб не допустити незворотних порушень екологічної рівноваги, температура води у водоймі влітку в результаті спуску забруднених (теплих) вод не повинна підвищуватися більш ніж на 3 °C у порівнянні із середньомісячною температурою самого жаркого року за останні 10 років.

Будь-яке знайомство з властивостями води розпочинається з визначення органолептичних показників, для визначення яких нам знадобляться лише наші органами чуття (зір, нюх та смак). Органолептична оцінка приносить багато прямої і непрямой інформації про склад води і може бути проведена швидко і без будь-яких приладів. До органолептичних характеристик відносяться кольоровість, мутність (прозорість), запах, смак і присмак [27].

Запах воді надають специфічні речовини, що надходять у водойми в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, що утримуються у воді, і надходження з зовнішніх джерел. Запах води вимірюється в балах. Наявність пахучих летких речовин, які потрапляють до водойми природним шляхом або зі стічними водами також формують, притаманний їм, запах води. Практично всі органічні речовини (в особливості рідкі) мають запах і передають його воді. Зазвичай запах визначають при нормальній (20 °C) і при підвищеній (60 °C) температурах води. Запах за характером поділяють на дві групи, що описує його суб'єктивно за своїми відчуттями:

- 1) природного походження (від живих і відмерлих організмів, від впливу ґрунтів, водної рослинності тощо);

- 2) штучного походження. Такі запахи зазвичай значно змінюються при обробці води [27].

Таблиця 2.1 – Характер та інтенсивність запаху [27]

Природного походження	Штучного походження
Землистий	Нафтопродуктів
Гнильний	Гнильний (бензиновий )
Пліснявий	Хлорний
Торф'яний	Оцтовий
Трав'янистий	Фенольний

Інтенсивність запаху оцінюють за 5-бальною шкалою, наведеною в таблиці 2.2 [27]

Таблиця 2.2 - Інтенсивність запаху

Інтенсивність запаху	Характер прояву запаху	Оцінка інтенсивності запаху
Немає	Запах не відчувається	0
Дуже слабка	Запах зразу не відчувається, але виявляється при ретельному дослідженні (при нагріванні води)	1
Слабка	Запах помічається, якщо звернути на це увагу	2

Помітна	Запах легко помічається і викликає несхвальний відгук про воду	3
Чітка	Запах звертає на себе увагу і змушує утриматися від пиття	4
Дуже сильна	Запах настільки сильний, що робить воду непридатною до вживання	5

Прозорість води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді речовинами органічного і мінерального походження, що знаходяться у воді в зваженому і колоїдному стані. Прозорість визначає протікання біохімічних процесів, що вимагають освітленості (первинне продукування, фотоліз). Прозорість вимірюється в сантиметрах [27].

Каламутність води характеризується вмістом зважених у воді дрібнодисперсних домішок, що представляють собою нерозчинні або колоїдні частки різного походження. Каламутність води обумовлює і деякі інші характеристики води - такі як:

- наявність осаду, який може бути відсутнім, бути незначним, помітним, великим, дуже великим, сягаючи в міліметрах;
- завислі речовини, або грубо дисперсні домішки;
- визначаються гравіметричним способом після фільтрування проби, по приросту ваги висушеного фільтра.

Цей показник зазвичай малоінформативний і має значення, головним чином, для стічних вод [27].

Наявність органічних забарвлених сполук також впливає на ступінь каламутності вод. До водного об'єкту вони надходять внаслідок вивітрювання гірських порід, внутрішньо водоймових продуційних процесів, з підземним стоком та від антропогенних джерел. При високій кольоровості води, як правило, знижуються органолептичні властивості води, зменшується вміст розчиненого кисню. Вимірюють її в градусах. Кольоровість є

властивістю природної води, вона обумовлена присутністю гумінових речовин і комплексних сполук заліза. Кольоровість води також залежить від властивостей і структури дна водойми, характеру водної рослинності, прилеглих до водойми ґрунтів, наявності в басейні боліт і торфовищ та ін. Кольоровість води визначають візуально або фотометричним методом, порівнюючи забарвлення проби з забарвленням умовної 100 - градусної шкали кольоровості води. Для води поверхневих водойм цей показник допускається не більше 20 градусів за шкалою кольоровості [27].

Джерелами зважених речовин можуть служити процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, збівтування донних відкладень, продукти метаболізму і розкладання гідробіонтів, продукти хімічних реакцій і антропогенні джерела. Від кількості домішок зважених речовин у воді залежить на яку глибину зможуть проникнути промені сонячного світла. При великому вмісті у воді зважених часток погіршуються життєдіяльність гідробіонтів, що призводить до замулювання водних об'єктів, викликаючи їх екологічне старіння (евтрофікацію). Вміст зважених речовин вимірюється в мг/дм<sup>3</sup> [27]

Бактеріологічні показники говорять про забруднення води патогенними мікроорганізмами. До числа найважливіших бактеріологічних показників відносять:

- колі-індекс - кількість кишкових паличок в одному літрі води;
- колі-титр - кількість води, вимірюється в мілілітрах, у якому може бути виявлена одна кишкова паличка;
- чисельність лактозо-позитивних кишкових паличок;
- чисельність коліфагів [27].

Гідробіологічні показники дають можливість оцінити якість води за тваринними організмами і рослинністю водойм. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися при настільки слабкому забрудненні водних об'єктів, що не виявляється ніякими іншими методами. Тому

гідробіологічні показники є найбільш чутливими. Існує кілька підходів до гідробіологічної оцінки якості води [27].

Оцінка якості води за рівнем сапробності. Сапробність - це ступінь насичення води органічними речовинами. Відповідно до цього підходу водні об'єкти (або їх ділянки) у залежності від вмісту органічних речовин підрозділяють на полісапробні,  $\alpha$ -мезосапробні,  $\beta$ -мезо-сапробні й олігосапробні. Найбільш забрудненими є полісапробні водні об'єкти. Кожному рівню сапробності відповідає свій набір індикаторних організмів-сапробіонтів. На основі індикаторної значимості організмів і їх кількості обчислюють індекс сапробності, по якому визначається рівень сапробності [27].

Оцінка якості води за видовою розмаїтістю організмів. Зі збільшенням ступеня забруднення водних об'єктів видова розмаїтість, завжди знижується. Тому зміна видової розмаїтості є показником зміни якості води. Оцінку видової розмаїтості здійснюють на основі індексів розмаїтості (індекси Маргалефа, Шеннона й ін.) [28].

Оцінка якості води за функціональними характеристиками водного об'єкта. У цьому випадку про якість води судять по величині первинної продукції, інтенсивності деструкції і деяких інших показників.

Фізичні, бактеріологічні і гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води [29].

Хімічні показники можуть бути загальними і специфічними. До числа загальних хімічних показників якості води відносять:

- розчинений кисень. Основними джерелами надходження кисню у водні об'єкти є газообмін з атмосферою (атмосферна реаерація), фотосинтез, а також дощові і поталі води, що, як правило, перенасичені киснем. Окисні реакції є основними джерелами енергії для більшості гідробіонтів. Основними споживачами розчиненого кисню є процеси дихання гідробіонтів і окислювання органічних речовин. Низький вміст розчиненого кисню

(анаеробні умови) позначається на всьому комплексі біохімічних і екологічних процесів у водному об'єкті [30];

- хімічне споживання кисню (ХСК). ХСК визначається як кількість кисню, необхідного для хімічного окислювання води, що міститься в одиниці об'єму, органічних і мінеральних речовин. При визначенні ХСК у воду додається окислювач - біхромат калію. Величина ХСК дозволяє судити про забруднення води речовинами, що окисляються, але не дає інформації про склад забруднення. Тому ХСК відносять до узагальнених показників [30];

- біохімічне споживання кисню (БСК). БСК визначається як кількість кисню, затрачувана на біохімічне окислювання, що міститься в одиниці об'єму води органічних речовин за визначений період часу. В Україні на практиці БСК оцінюють за п'ять діб (БСК<sub>5</sub>) і двадцять доби (БСК<sub>20</sub>). БСК<sub>20</sub> звичайно трактують як повне БСК (БСК<sub>повн</sub>), ознакою якого є початок процесів нітрифікації в пробі води. БСК також відноситься до узагальнених показників, оскільки воно служить оцінкою загального забруднення води легкоокислюваних органічними речовинами [30];

- водневий показник (рН). У природних водах концентрація іонів водню залежить, головним чином, від співвідношення концентрацій вугільної кислоти і її іонів. Джерелами вмісту іонів водню у воді є також гумінові кислоти, що є присутнім у кислих ґрунтах і, особливо, у болотних водах, гідроліз солей важких металів. Від рН залежить розвиток водних рослин, характер протікання продукційних процесів. Водневий показник (рН) являє собою негативний логарифм концентрації водневих іонів в розчині. Для всього живого у воді (за винятком деяких кислотостійких бактерій) мінімально можлива величина рН = 5. Дощ, що має рН < 5,5, вважається кислотним дощем. У питній воді допускається рН від 6,0 до 9,0. У воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування - 6,5-8,5. Величина рН природної води визначається, як правило, співвідношенням концентрацій гідрокарбонат - аніонів і вільного СО<sub>2</sub>.



Знижене значення рН характерно для болотних вод за рахунок підвищеного вмісту гумінових та інших природних кислот. Вимірювання рН при контролі якості природної і питної води проводиться практично повсюдно [30];

- азот. Азот може знаходитися в природних водах у вигляді вільних молекул  $N_2$  і різноманітних сполук у розчиненому, колоїдному або зваженому стані. У загальному азоті природних вод прийнято виділяти органічну і мінеральну форми. Основними джерелами надходження азоту є внутрішньо водоймові процеси, газообмін з атмосферою, атмосферні опади й антропогенні джерела. Різні форми азоту можуть переходити одна в іншу в процесі кругообігу азоту. Азот відноситься до числа найважливіших лімітуючих біогенних елементів. Високий вміст азоту прискорює процеси евтрофування водних об'єктів [30];

- фосфор. Фосфор у вільному стані в природних умовах не зустрічається. У природних водах фосфор знаходиться у вигляді органічних і неорганічних сполук. Основна маса фосфору знаходиться в зваженому стані. Сполуки фосфору надходять у воду в результаті внутрішньо водоймових процесів, вивітрювання і розчинення гірських порід, обміну з донними відкладеннями і з антропогенних джерел. На вміст різних форм фосфору впливають процеси його кругообігу. На відміну від азоту круговорот фосфору незбалансований, що визначає його більш низький вміст у воді. Тому фосфор найбільше часто виявляється тим лімітуючим біогенним елементом, вміст якого визначає характер продукційних процесів у водних об'єктах [30];

- мінеральний склад. Мінеральний склад визначається за сумарним вмістом семи головних іонів:  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ . Основними джерелами підвищення мінералізації є ґрунтові і стічні води. З погляду впливу на людину і гідробіонти несприятливими є як високі, так і надмірно низькі показники мінералізації води. Мінеральний склад води цікавий тим, що відображає результат взаємодії води як фізичної фази і

середовища життя з іншими фазами (середовищами): твердою, тобто береговими, а також ґрунтоутворюючими мінералами і породами; газоподібної (з повітряним середовищем), з вологою яка міститься в ній і мінеральними компонентами. Крім того, мінеральний склад води обумовлений цілою низкою фізико - хімічних і фізичних процесів, що протікають в різних середовищах - розчинення і кристалізації, пептизації і коагуляції, седиментації, випаровування і конденсації та ін. Значний вплив на мінеральний склад води поверхневих водойм надають процеси, які протікають в атмосфері і в інших середовищах за участю сполук азоту, вуглецю, кисню, сірки та ін. Ряд показників якості води, так чи інакше, пов'язаний з визначенням концентрації розчинених у воді різних мінеральних речовин. Розчиненні у воді мінеральні солі оказують різний внесок в загальний солевміст, який може бути розрахований підсумовуванням концентрацій кожної з солей. Прісною вважається вода, що має загальний солевміст не більше 1 г/дм<sup>3</sup>. Можна виділити дві групи мінеральних солей, які зазвичай зустрічаються в природних водах [31].

Як видно з табл. 2.3, основний внесок в мінеральний склад вносять солі першої групи, і утворюють так звані «головні іони». До них відносяться хлориди, карбонати, гідрокарбонати, сульфати. Відповідними катіонами для названих аніонів є калій, натрій, кальцій, магній. Солі другої групи також необхідно враховувати при оцінці якості води, тому що на кожна з них встановлено значення ГДК, хоча вони вносять незначний внесок у солевміст природних вод.

До специфічних показників якості води, які зустрічаються найбільш часто, відносяться [32]:

- феноли. Вміст фенолів у воді, поряд з надходженням з антропогенних джерел, може визначатися метаболізмом гідробіонтів і біохімічною трансформацією органічних речовин. Джерелом надходження фенолів є гумінові речовини, що утворюються в ґрунтах і торфовищах. Феноли

впливають на гідробіонти і погіршують органолептичні властивості води [32];

- нафтопродукти. До нафтопродуктів відносяться паливо, олії, бітуми і деякі інші продукти, що являють собою суміш вуглеводнів різних класів. Джерелами надходження нафтопродуктів є витіки при їх видобутку, переробці і транспортуванні, а також стічні води. Незначна кількість нафтопродуктів може виділятися в результаті внутрішньо-водоймових процесів [32].

Вхідні до складу нафтопродуктів вуглеводні створюють токсичний і, до деякої міри, наркотичний вплив на живі організми, уражаючи серцево-судинну і нервову системи [33].

До поверхнево-активних речовин (ПАР) відносять органічні речовини, що володіють різко вираженою здатністю до адсорбції на поверхні розділу "повітря-рідина". У переважній більшості поверхнево-активних речовин, що попадають у воду, є синтетичними (СПАР). СПАР впливають на гідробіонтів і людину, погіршують газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутрішньо-водоймових процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР відносяться до речовин, які повільно розкладаються [33].

Під пестицидами розуміють велику групу штучних хлорорганічних і фосфорорганічних речовин, застосовуваних для боротьби з бур'янами, комахами і гризунами. Основним джерелом їх надходження є поверхневий і дренажний стік із сільськогосподарських територій. Вхідні до складу нафтопродуктів вуглеводні створюють токсичний і, до деякої міри, наркотичний вплив на живі організми, уражаючи серцево-судинну і нервову системи [33].

До поверхнево-активних речовин (ПАР) відносять органічні речовини, що володіють різко вираженою здатністю до адсорбції на поверхні розділу "повітря-рідина". У переважній більшості поверхнево-активних речовин, що

попадають у воду, є синтетичними (СПАР). СПАР впливають на гідробіонтів і людину, погіршують газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутрішньо-водоємних процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР відносяться до речовин, які повільно розкладаються [33].

До поверхнево-активних речовин (ПАР) відносять органічні речовини, що володіють різко вираженою здатністю до адсорбції на поверхні розділу "повітря-рідина". У переважній більшості поверхнево-активних речовин, що попадають у воду, є синтетичними (СПАР). СПАР впливають на гідробіонтів і людину, погіршують газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутрішньо-водоємних процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР відносяться до речовин, які повільно розкладаються [33].

Таблиця 2.3 - Основні компоненти мінерального складу води [32]

Компонент мінерального складу води	Гранично-допустима концентрація (ГДК) <sub>15</sub>
ГРУПА 1	
1. Катіони:	
Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	200 мг/дм <sup>3</sup>
Натрій (Na <sup>+</sup> )	200 мг/ дм <sup>3</sup>
Магній (Mg <sup>2+</sup> )	100 мг/ дм <sup>3</sup>
2. Аніони:	
Гідрокарбонат (HCO <sup>3-</sup> )	1000 мг/ дм <sup>3</sup>
Сульфат (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	500 мг/ дм <sup>3</sup>
Хлорид (Cl <sup>-</sup> )	350 мг/ дм <sup>3</sup>
Карбонат (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	100 мг/ дм <sup>3</sup>
ГРУПА 2	
1. Катіони:	
Амоній (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	2,5 мг/ дм <sup>3</sup>

Важкі метали	0,001 моль/ дм <sup>3</sup>
Залізо загальне (сума Fe <sup>2+</sup> і Fe <sup>3+</sup> )	0,3мг/ дм <sup>3</sup>
2.Аніони:	
Нітрат (NO <sup>3-</sup> )	45 мг/ дм <sup>3</sup>
Ортофосфат (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	3,5 мг/ дм <sup>3</sup>
Нітрит (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0,1 мг/ дм <sup>3</sup>

Під пестицидами розуміють велику групу штучних хлорорганічних і фосфорорганічних речовин, застосовуваних для боротьби з бур'янами, комахами і гризунами. Основним джерелом їх надходження є поверхневий і дренажний стік із сільськогосподарських територій. Пестициди мають токсичну, мутагенну і кумулятивну дію, руйнуються повільно. Важкі метали. До числа найбільш розповсюджених важких металів відносяться свинець, мідь, цинк. Важкі метали мають мутагенну і токсичну дію, різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах [33].

Серед нормативів якості води встановлюються лімітуючі показники шкідливості - органолептичні, санітарно - токсикологічні чи загально-санітарні. Лімітуючий показник шкідливості - це ознака, що характеризується найменшою нешкідливою концентрацією речовини у воді. До органолептичних лімітуючих показників відносяться ті, невідповідність нормативам для яких викликають незадовільну органолептичну оцінку (за смаком , запахом, кольором) при концентраціях, що знаходяться в межах допустимих значень. До органолептичних лімітуючих показників відносять також ГДК для забарвлення яких мають сполуки хрому (VI) і хрому (III); мають запах і характерний присмак гасу і хлорофосу [33].

## 3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

### 3.1 Головні чинники, які впливають на стан вод Кременчуцького водосховища

Екологічний аналіз показує, що в Кременчуцьке водосховище потрапило 7,9 км<sup>3</sup> стічних вод. Лише близько 10 % (0,733 км<sup>3</sup>) вод, скинутих у водні об'єкти, очищається до нормативних показників якості на очисних спорудах [34].

Найбільшими забруднювачами Кременчуцького водосховища є комунальне господарство, хімічна промисловість, транспортне машинобудування та сільське господарство. Зі стоком із сільськогосподарських угідь у водні об'єкти Кременчуцького водосховища надходять 28% азоту й 7,4% фосфору. В цілому з території Кременчуцького водосховища за рік виноситься 19,1 тис. т азоту, 0,63 тис. т фосфору та 0,118 т пестицидів. Отже, сільське господарство є одним з основних джерел потрапляння у водосховище біогенних елементів. Особливу занепокоєність

викликає зростання концентрації в них синтетичних поверхнево-активних речовин, які практично не знешкоджуються наявними очисними спорудами і негативно впливають на якість води та життєдіяльність гідробіонтів [34].

Централізовані системи каналізації є в 94% селищ міського типу та близько 3% сільських населених пунктів. Велика кількість забруднень змивається із щільнозабруднених територій міст, площа яких становить 5% площі акваторії водосховища [34].

Ситуація у Кременчуцькому водосховищі ускладнюється також значним рівнем розвитку ерозійних процесів та руйнування берегів. Тривають процеси підтоплення та затоплення земель. На незахищених масивах у зонах впливу водосховища, площі підтоплених земель становлять 29 тис. га, а на незахищеному мілководді – близько 46 тис. га. З цими процесами пов'язані такі негативні явища, як трансформація земель, деградація тваринного та рослинного світу, замулення та заболочення, евтрофікація водойм [34].

Таким чином, основними причинами забруднення поверхневих вод Кременчуцького водосховища є:

- 1) застарілі методи очищення стічних вод;
- 2) аварійні скиди підприємств хімічної промисловості;
- 3) поверхневий стік води з сільськогосподарських угідь та безпосередня близькість тваринних комплексів до гідрологічних об'єктів;
- 4) екологічно необґрунтоване зарегулювання малих та середніх річок [34].

Проблема оцінки якості поверхневих вод сьогодні є актуальною не лише для екологів, а й для широкого кола споживачів води, і вимагає постійної уваги у зв'язку зі зростаючим антропогенним навантаженням на водні об'єкти. Вивчення екологічного стану природних вод має важливе значення для наукових досліджень і практичних потреб, оскільки дає змогу раціонально використовувати водні об'єкти та забезпечити їхню охорону від забруднення.

Виникає потреба наукового обґрунтування раціонального водокористування та розробки заходів охорони вод Кременчуцького водосховища від забруднення. І першим кроком на цьому шляху є оцінка якості вод. Сьогодні цій проблемі присвячено чимало наукових праць [34].

Об'єктом нашого дослідження є басейн Кременчуцького водосховища. Головним мотивом у виборі об'єкта дослідження були особливості географічного положення басейну.

Якість поверхневих вод, відповідає вимогам, які пред'являються до водних об'єктів рибогосподарського призначення за винятком заліза загального, амоній-іонів, нітрит-іонів та БСК<sub>5</sub>. Перевищення цих показників пояснюється переважно особливостями господарства місцевості та природними факторами. Забруднення амоній-іонами, нітрит-іонами пов'язане з антропогенними джерелами забруднення, які надходять з підприємств комунального господарства та промислових підприємств [34].

### 3.2 Динаміка деяких гідрохімічних показників якості води у часі та просторі

На основі даних спостережень за досліджуваний період 2007-2011 року (додаток А) були побудовані графіки зміни концентрації забруднюючих речовин для 10 створів спостережень на прилеглих територіях Кременчуцького водосховища. На графіках 3.1 - 3.5 представлена зміна концентрації таких домішок як: розчинений кисень, БСК<sub>5</sub>, нафтопродукти, феноли, азот амонійний та азот нітритний. На рис 3.1 представлений графік зміни концентрації розчиненого кисню для 10 контрольних створів за досліджуваний період 2007-2011 рр.

Проаналізувавши графік можна зробити висновок, що усі значення концентрації розчиненого кисню у водах Кременчуцького водосховища за період спостережень перевищують значення граничнодопустимої концентрації (ГДК для розчиненого кисню не менше 6).



Зміна БСК<sub>5</sub> на 10 контрольних створах в яких проводились спостереження за період з 2007 по 2011 рік представлена на рис 3.2.

Згідно з графіком ми бачимо, що значення вмісту БСК<sub>5</sub> за досліджуваний період знаходиться в межах граничнодопустимої концентрації (ГДК 3 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), окрім 2008 року, де перевищення ГДК спостерігалось на 6, 7 та 8 створах.

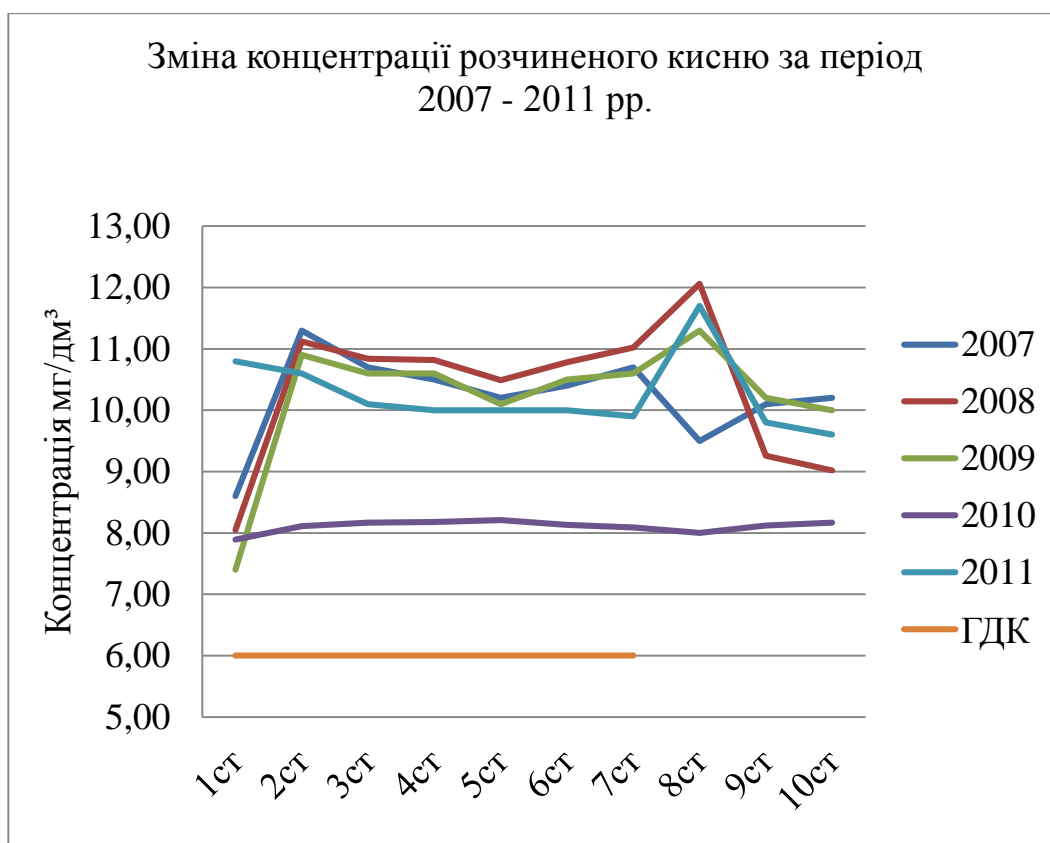


Рис 3.1 Зміна концентрації розчиненого кисню за період 2007-2011 рр

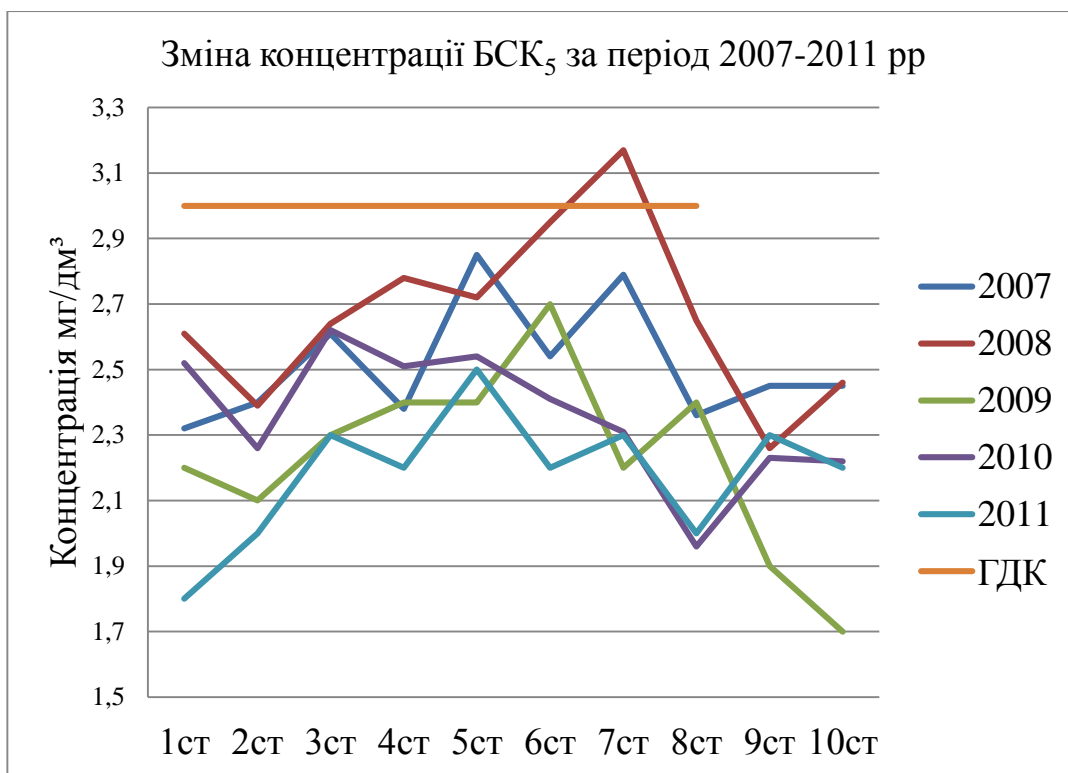


Рис 3.2 Зміна БСК<sub>5</sub> на 10 контрольних створах спостережень за період 2007 – 2011 рр

На рис 3.3 наведена зміна концентрації фенолів для 10 контрольних створів за період з 2007 по 2011 роки.

Аналізуючи графік можна зробити висновок, що значення показників концентрації фенолів в водах Кременчуцького водосховища за досліджуваний період не перевищували значення гранично-допустимої концентрації ( ГДК 0,001 мг/дм<sup>3</sup> ) в 2007 та 2008 роках на 1 створі. В інших створах протягом досліджуваного періоду спостерігались перевищення по ГДК. Максимальні значення вмісту концентрацій фенолів було отримано в 2007 р на 6,7 створах та в 2010 році на 3 та 5 створах.

На рис 3.4 представлений графік зміни концентрації азоту амонійного для 10 контрольних створів за досліджуваний період 2007 – 2011 рр.

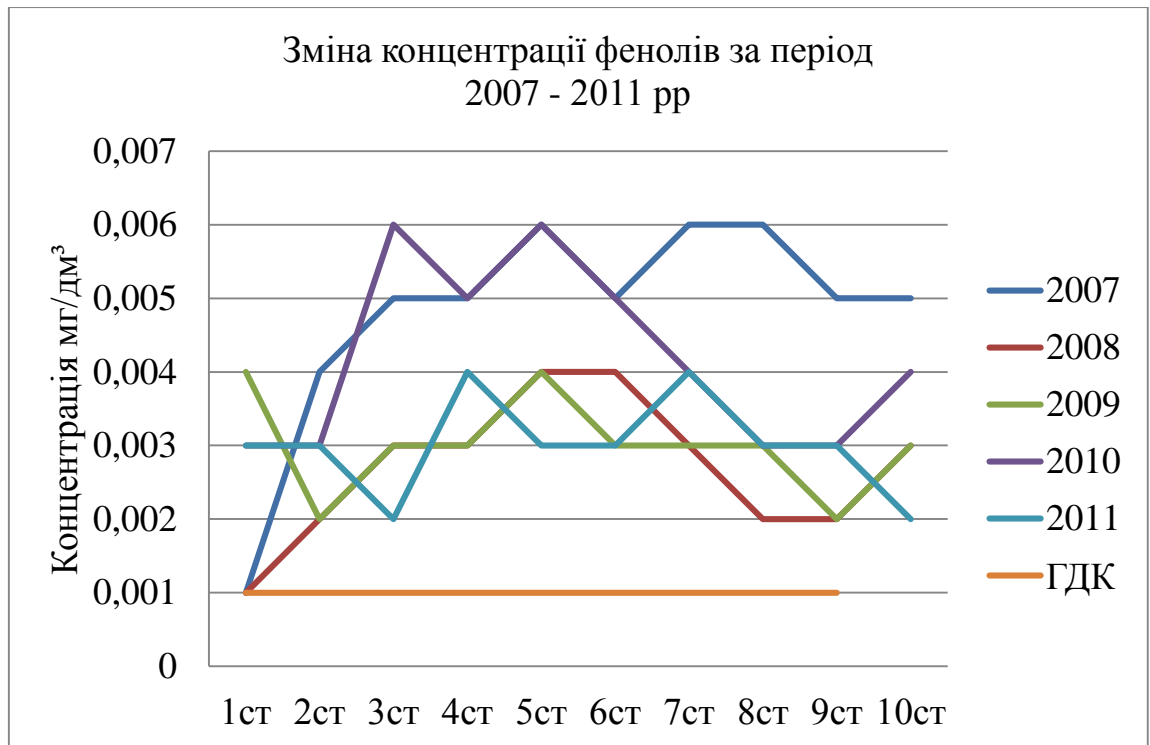


Рис 3.3 Зміна концентрації фенолів для 10 контрольних створів за період 2007 – 2011 рр

Проаналізувавши усі дані спостережень за період 2007- 2011роки можна зробити висновок, що в водах Кременчуцького водосховища домішки фенолів, які значно перевищують граничнодопустиму концентрацію майже на всіх створах за досліджуваний період. Перевищення БСК<sub>5</sub> спостерігались лише в 2008 році на трьох створах. Загалом якість води для рибогосподарських потреб у водосховищі не завжди відповідає нормам та потребує очищення, особливо від надмірної концентрації фенолів.

### 3.3 Оцінка якості води Кременчуцького водосховища за індексом забруднення води (ІЗВ)

#### 3.3.1 Методика розрахунку

До категорії найбільш часто використовуваних методик для оцінки якості води водних об'єктів можна віднести гідрохімічний індекс забрудненості води. Ця методика є однією з найпростіших методик комплексної оцінки якості води та дозволяє у короткий термін проводити оцінку якості поверхневих водоймищ. Методика оцінки якості води за індексом забрудненості води (ІЗВ) була рекомендована для використання підрозділам Держкомгідромету.

Гідрохімічний індекс забрудненості води є комплексним показником якості води. Сутність цієї методики полягає у розрахунку індексу забруднення води за гідрохімічними показниками, а потім за величинами розрахованих ІЗВ воду, яку досліджують, відносять до відповідного класу якості. До першого класу відносяться води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних та гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону. Для вод другого класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги. За результатами аналізу стану води розраховано індекси забрудненості води (ІЗВ) згідно з [35].

За період 2007-2011 рр за даними спостережень було розраховано ІЗВ по таким домішкам як: розчинений кисень, БСК<sub>5</sub>, нафтопродукти, феноли, азот амонійний та азот нітритний. Визначення індексу забруднення вод вважається найбільш доступним методом комплексної оцінки забрудненості водних об'єктів, який базується на показниках хімічного складу води.

Розрахунок індексу забруднення можна провести лише за наявності певної кількості інгредієнтів (не менше чотирьох). Розрахунок виконують за формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (3.1)$$

де ІЗВ – індекс забруднення вод;

ГДК<sub>i</sub> – гранично допустима концентрація хімічного компонента;

$C_i$  – фактична концентрація хімічного компонента;

$n$  – кількість інгредієнтів.

Для поверхневих вод кількість показників, які беруться для розрахунку ІЗВ, повинна бути не меншою 5, незалежно від того, перевищують води ГДК чи ні, але обов'язково включали розчинений кисень та БСК<sub>5</sub>. В цілому показники вибираються незалежно від лімітної ознаки шкідливості, при рівних концентраціях показників перевага надається речовинам, які мають токсикологічну ознаку шкідливості [35].

Протягом досліджуваного періоду загальний рівень забруднення за середніми значеннями індексу забруднення постійний і коливається в межах від «чиста» (II клас якості води) до «дуже брудна» (VI клас якості води) (табл. 3.1).

Проведена екологічна оцінка якості вод Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської Полтавської та Черкаської областей дала змогу оцінити ситуацію, що склалася в досліджуваному водному об'єкті, і класифікувати її за ступенем придатності для основних видів водоспоживання (табл. 3.1).

З урахуванням того, що величина біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) є інтегральним показником наявності легкоокислюваних органічних речовин (ГДК для повного БСК становить 3 мг/л щодо O<sub>2</sub>), а також того, що зі зростанням вмісту легкоокислюваних органічних речовин і зменшенням вмісту розчиненого кисню якість вод знижується непропорційно різко, нормативи для цих показників при розрахунках ІЗВ беруться дещо інші, ніж ГДК (табл. 3.2).

Таблиця 3.1- Критерії оцінки якості вод за ІЗВ [36]

Клас якості води	Текстовий опис	Величина ІЗВ
Для поверхневих вод		
I	Дуже чиста	0,3

II	Чиста	0,3-1
III	Помірно забруднена	1-2,5
IV	Забруднена	2,5-4
V	Брудна	4-6
VI	Дуже брудна	6-10
VII	Надзвичайно брудна	10

Таблиця 3.2 - Нормативи для БСК<sub>5</sub> при розрахунках ІЗВ [36]

БСК <sub>5</sub> , мг/л щодо O <sub>2</sub>	Норматив
До 3	3
3-15	2
Понад 15	1

Причому, на відміну від інших показників, для розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ береться співвідношення норматив/реальна концентрація (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - Нормативи для O<sub>2</sub> при розрахунках ІЗВ, мг/дм<sup>3</sup> [36]

Розчинений кисень	Норматив
Понад 6	6
Менше 6-5	12
Менше 5-4	20
Менше 4-3	30
Менше 3-2	40
Менше 2-1	50
Менше 1-0	60

Для розрахунку використовувались ГДК для рибогосподарських потреб, які вказані в табл. 3.4

Таблиця 3.4 - Значення ГДК для окремих елементів [36]

Речовина	Водні об'єкти рибогосподарського використання, мг/дм <sup>3</sup>
БСК <sub>5</sub>	3

Розчинений кисень	не менше 6
Нафтопродукти	0,05
Феноли	0,001
Азот амонійний	0,39
Азот нітритний	0,02

### 3.3.2 Розрахункова частина

Для досліджуваного об'єкта за формулою (3.1) розраховані ІЗВ, результати яких наведені в додатку А.1. При дослідженні було використано показники вмісту забруднюючих речовин у десяти контрольних, а саме БСК<sub>5</sub>, О<sub>2</sub>, азоту амонійного, азоту нітритного, фенолів, нафтопродуктів.

Отже, можна сказати про те що протягом п'яти років практично не спостерігались перевищення значень досліджуваних показників.

На основі отриманих даних були побудовані гістограми зміни концентрацій забруднюючих речовин для кожного року на 10 контрольних створах спостережень. Гістограми представлені на рис 3.4-3.8.

На рис 3.4 представлені значення показника ІЗВ, які були розраховані на кожному з 10 контрольних створів спостережень за даними 2007 року. Аналіз графіку показує, що значення ІЗВ на різних створах знаходиться в діапазоні II – III класів якості вод, лише на 3 створі значення ІЗВ дорівнює 4,1 мг/дм<sup>3</sup> і відповідає V класу якості вод. Охарактеризувати якість вод на основі отриманих класів можна як чисті та помірно забруднені води, лише на 3 створі води можна охарактеризувати як брудні.

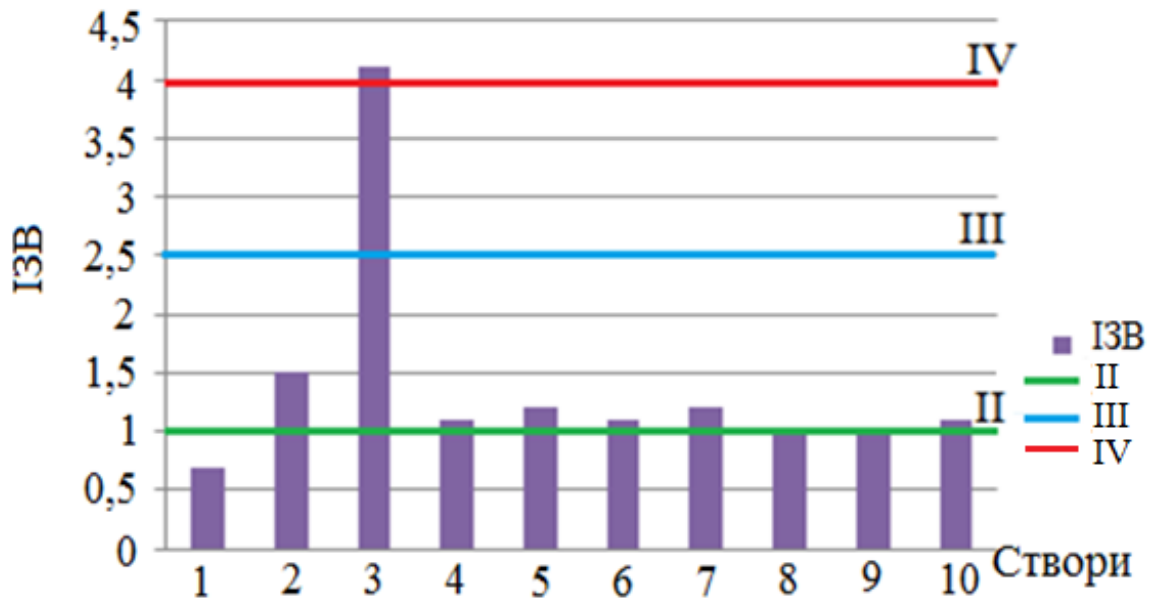


Рис 3.4 Зміна показників ІЗВ протягом 2007 року

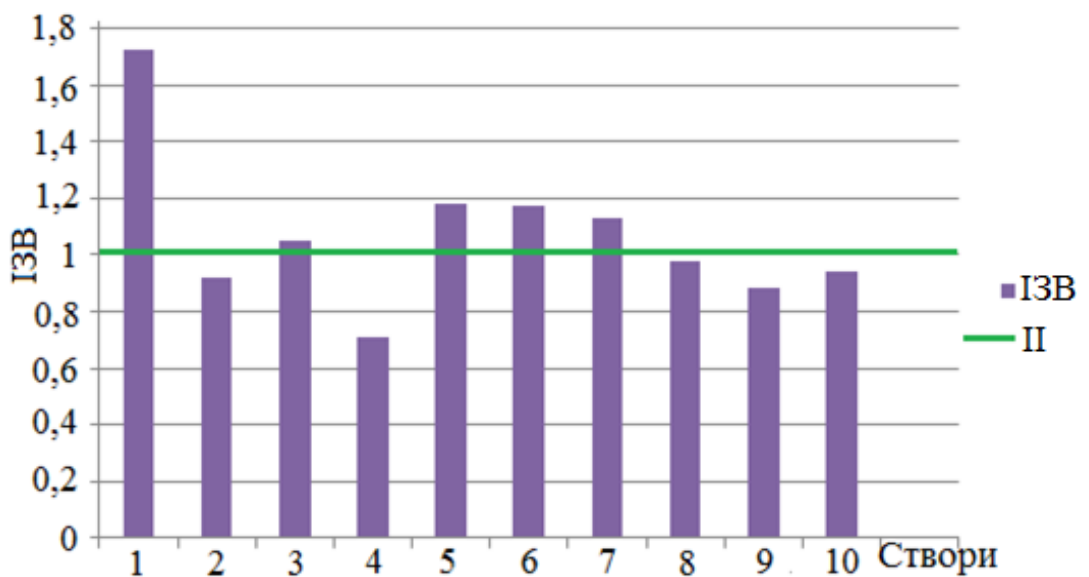


Рис 3.5 Зміна показників ІЗВ протягом 2008 року

На рис 3.5 представлені зміни концентрації забруднюючих речовин для кожного контрольного створу за 2008 рік. Аналіз показує, що значення ІЗВ на 10 контрольних створах спостережень знаходились в межах II та III класів



якості, що характеризує води як чисті, а на 1, 3, 5, 6, 7 створах як помірно забруднені.

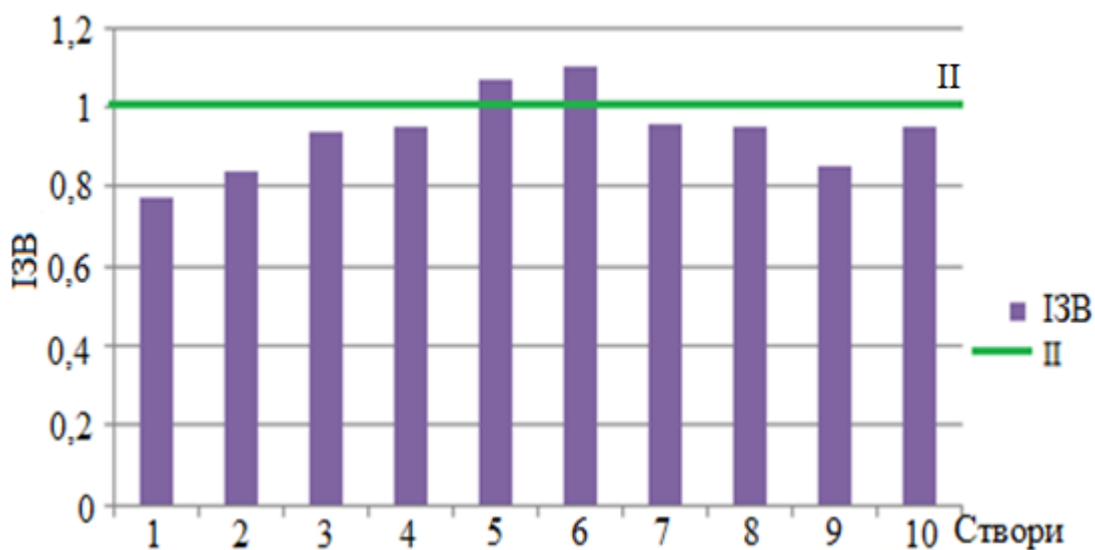


Рис 3.6 Зміна показників ІЗВ протягом 2009 року

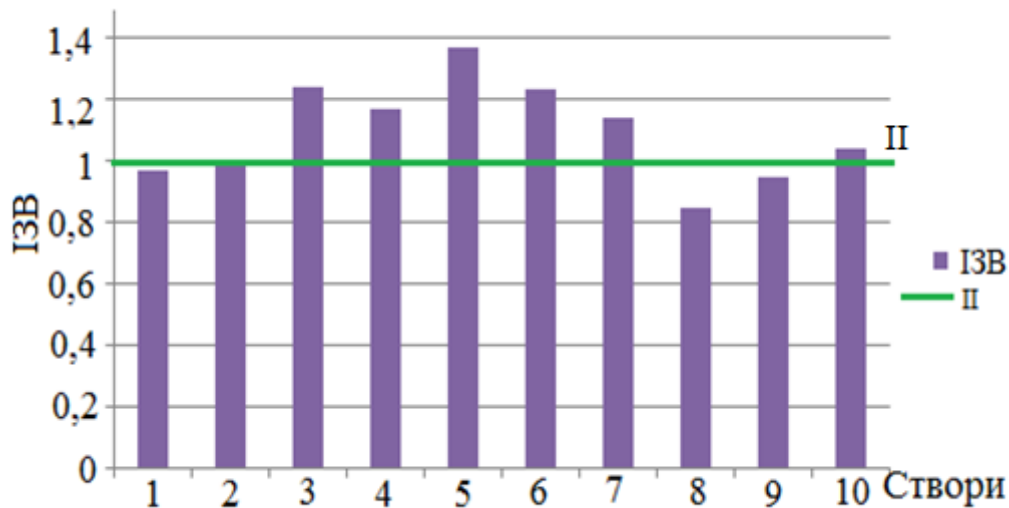


Рис 3.7 Зміна показників ІЗВ протягом 2010 року

На рис 3.6 представлені значення ІЗВ на 10 контрольних створах спостережень протягом 2009 року. Аналіз цього графіка показує, що значення ІЗВ знаходяться в межах II класу, тобто води є чистими, і лише з

невеликим перевищенням отриманих значень ІЗВ на 5 та 6 створах води відповідають III класу якості і характеризує їх як помірно забруднені.

На рис 3.7 представлені значення ІЗВ для 10 контрольних створів спостережень за 2010 рік. Графік показує що в 2010 на 1, 8 та 9 створах розрахункові значення ІЗВ відповідають другому класу якості вод, тобто води є чистими. На всіх інших створах спостережень води можна охарактеризувати як помірно забруднені (клас якості III).

На рисунку 3.8 відображено зміну показників ІЗВ для 10 створів за 2011 рік. Аналіз графіку дозволяє зробити висновок, що значення ІЗВ на всіх створах знаходиться в межах II та III класів. Це означає, що в 2010 році якість вод Кременчуцького водосховища відповідала 2 класам: чисті та помірно забруднені.

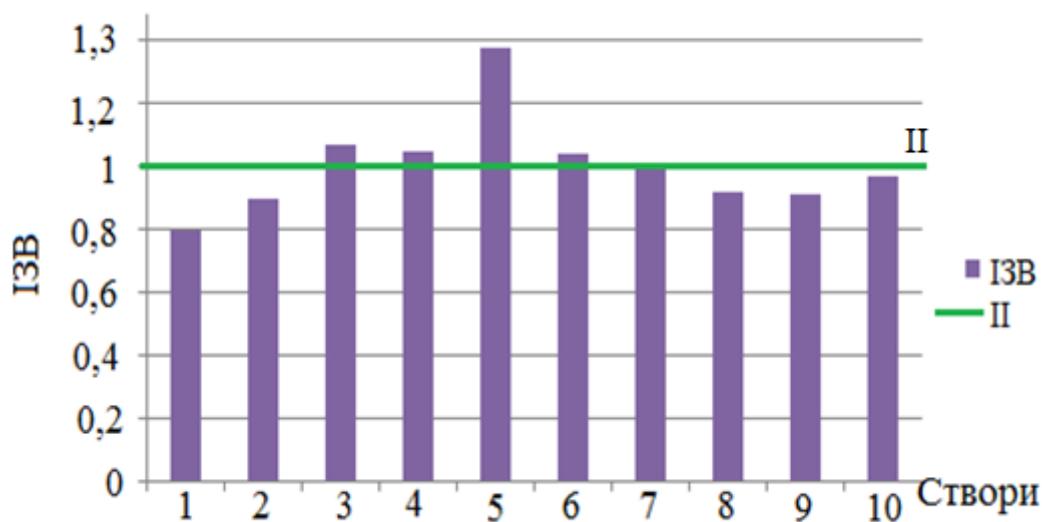


Рис 3.8 Зміна показників ІЗВ протягом 2011 року.

На рис 3.9 - 3.18 надана динаміка зміни ІЗВ за період з 2007 по 2011 рік по кожному з 10 контрольних створів спостережень.

На рис 3.9 для 1 створу по всіх роках спостережень якість вод перевищує II категорію (вода чиста) лише в 2008 році і характеризує води як помірно забруднені ( III клас якості ).

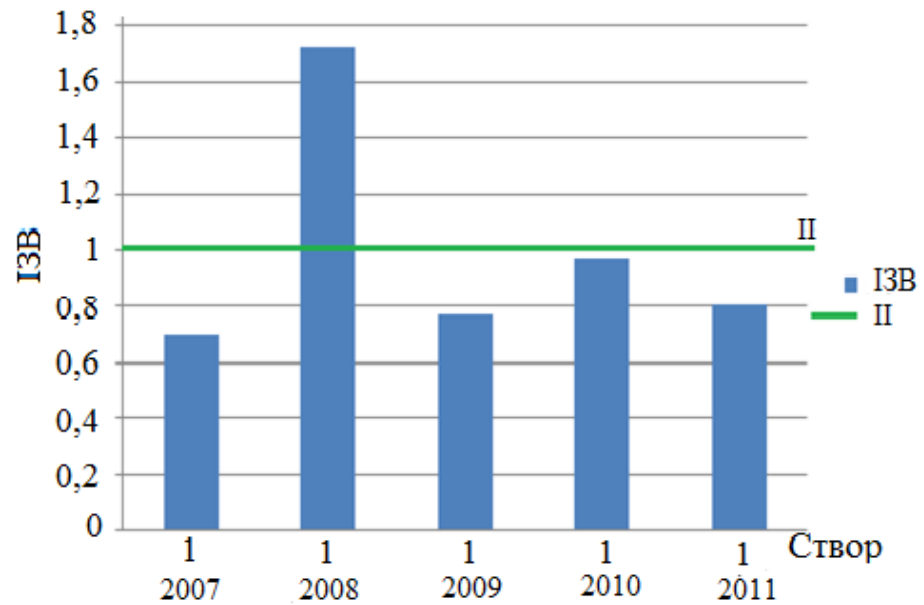


Рис 3.9 Зміна показників ІЗВ для створу 1 (2007 - 2011 рр.)

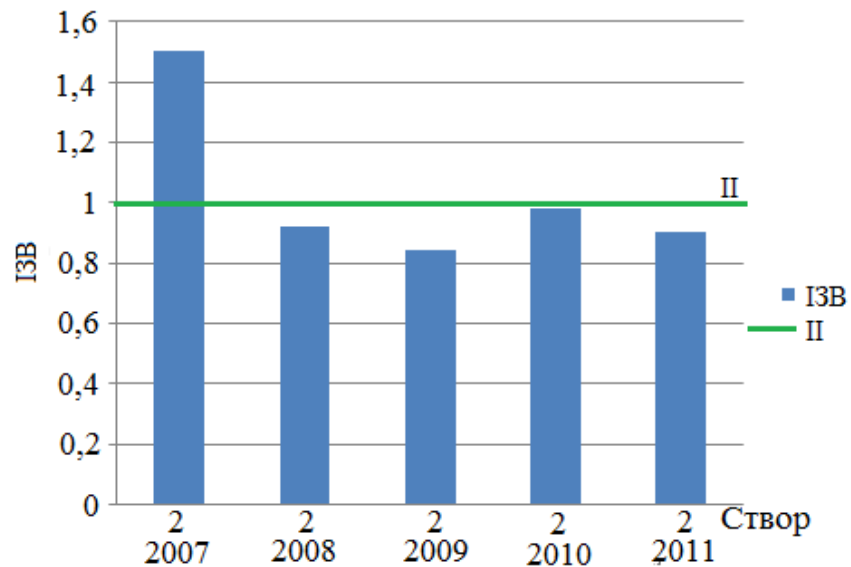


Рис 3.10 Зміна показників ІЗВ для створу 2 (2007 - 2011 рр.)

На рис 3.10 для 2 створу спостережень на протязі досліджуваного періоду ми бачимо, що в 2007 році показник ІЗВ знаходиться в межах III

класу (помірно забруднені), в 2008, 2009, 2010 та 2011 роках якість води знаходилась у II категорії (вода чиста).

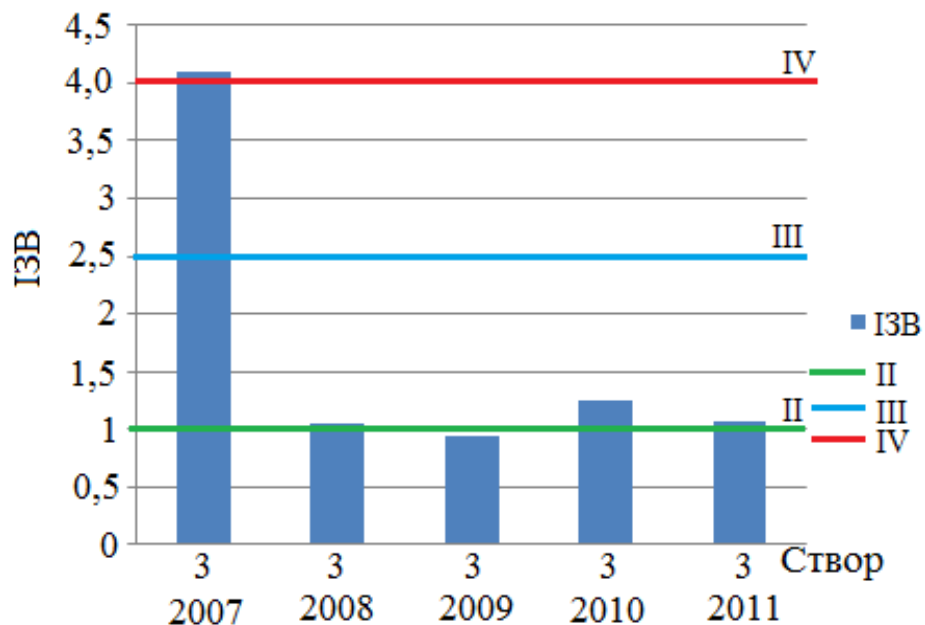


Рис 3.11 Зміна показників ІЗВ для створу 3 (2007 - 2011 рр.)

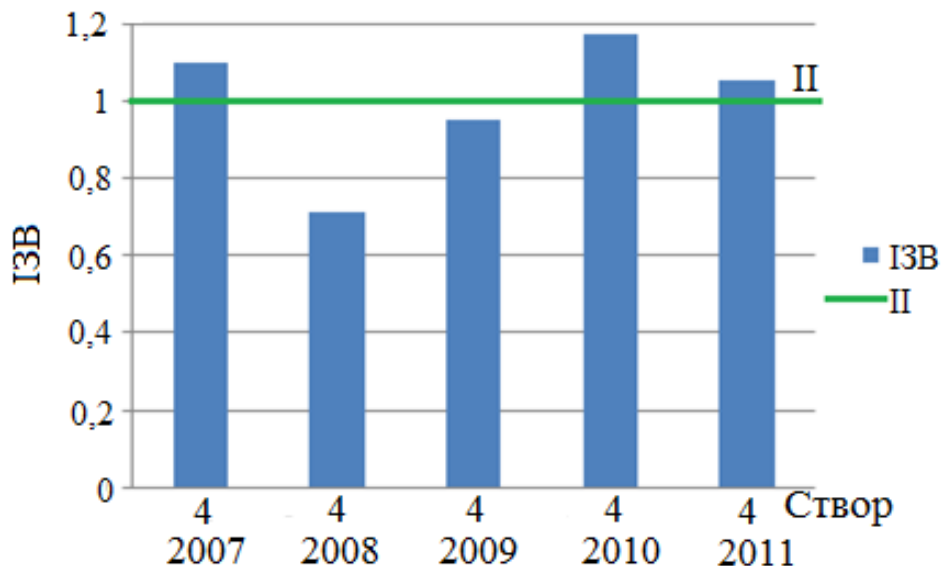


Рис 3.12 Зміна показників ІЗВ для створу 4 (2007 - 2011 рр.)

На рис 3.11 для 3 створу спостережень в 2007 році якість вод відповідає V класу (брудна). В 2008, 2010 та 2011 роках якість вод можна віднести до III класу (помірно забруднені), а в 2009 році якість вод не виходить за межі II класу і характеризуються як чисті.

На рис 3.12 для 4 створу спостережень протягом 2007, 2010, 2011 роках якість води знаходилась в межах III класу (вода помірно забруднена), для 2008 та 2009 років були отримані величини які не виходять за межі II класу і говорять про те що води чисті.

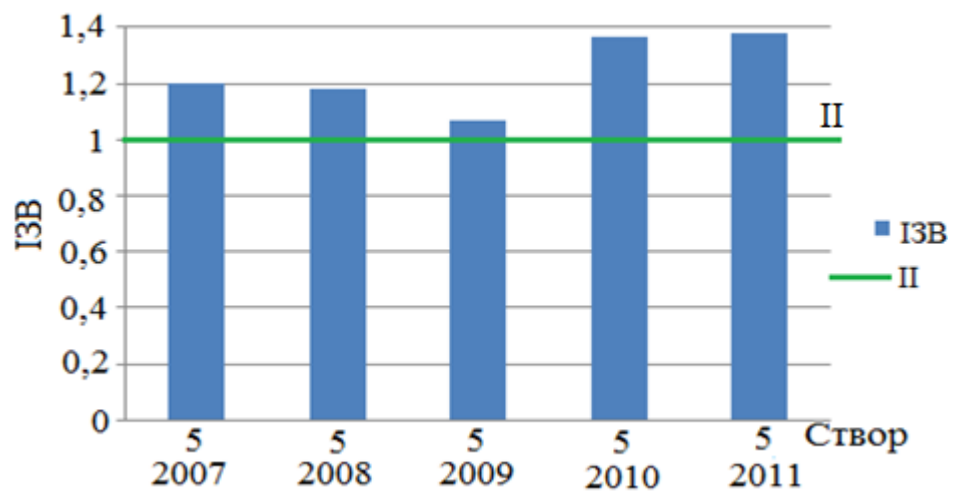


Рис 3.13 Зміна показників ІЗВ для створу 5 (2007-2011 рр.)

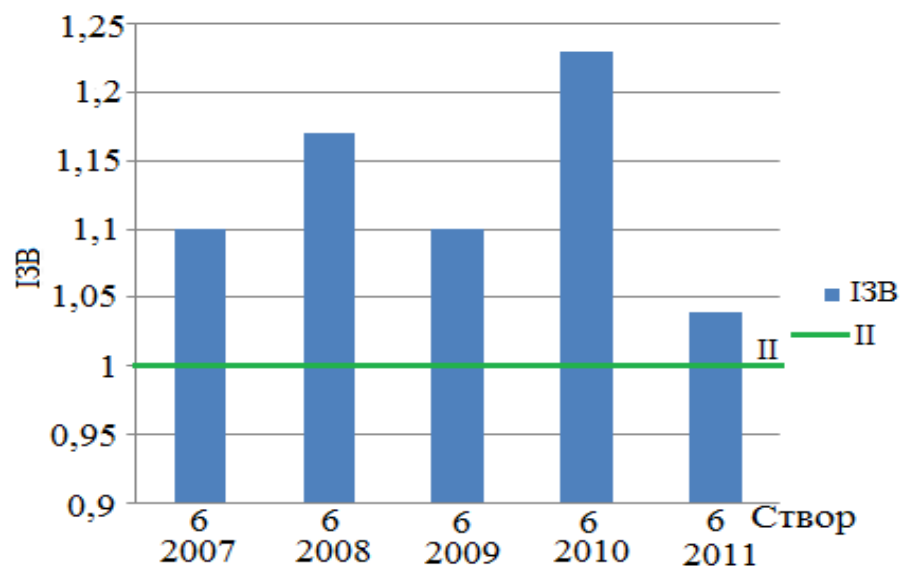


Рис 3.14 Зміна показників ІЗВ для створу 6 (2007 - 2011 рр.)

На рис 3.13 для 5 створу спостережень протягом усього досліджуваного періоду якість вод знаходилась у III категорії (вода помірно забруднена).

На рис 3.14 надана зміна ІЗВ для 6 створу протягом усього досліджуваного періоду. Якість вод відповідала III класу (вода помірно забруднена).

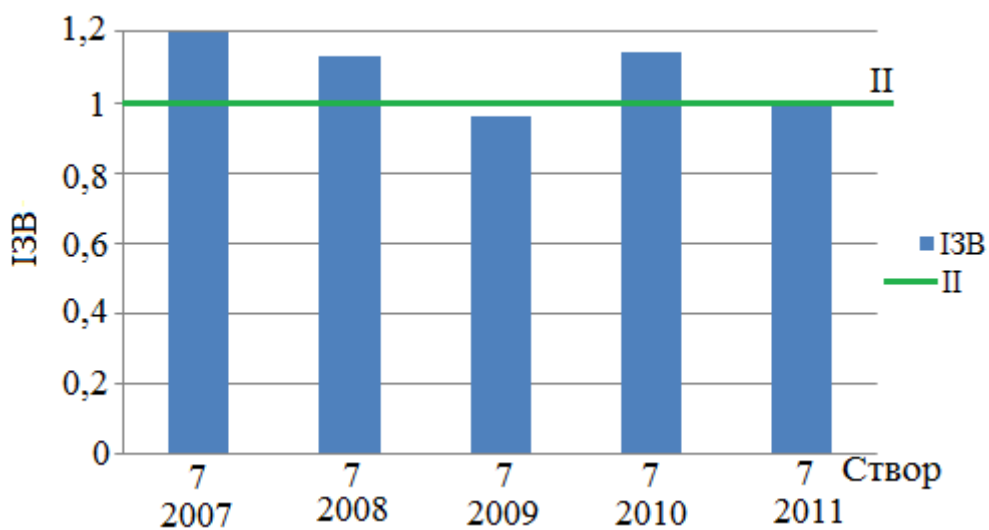


Рис 3.15 Зміна показників ІЗВ для створу 7 (2007 - 2011 рр.)

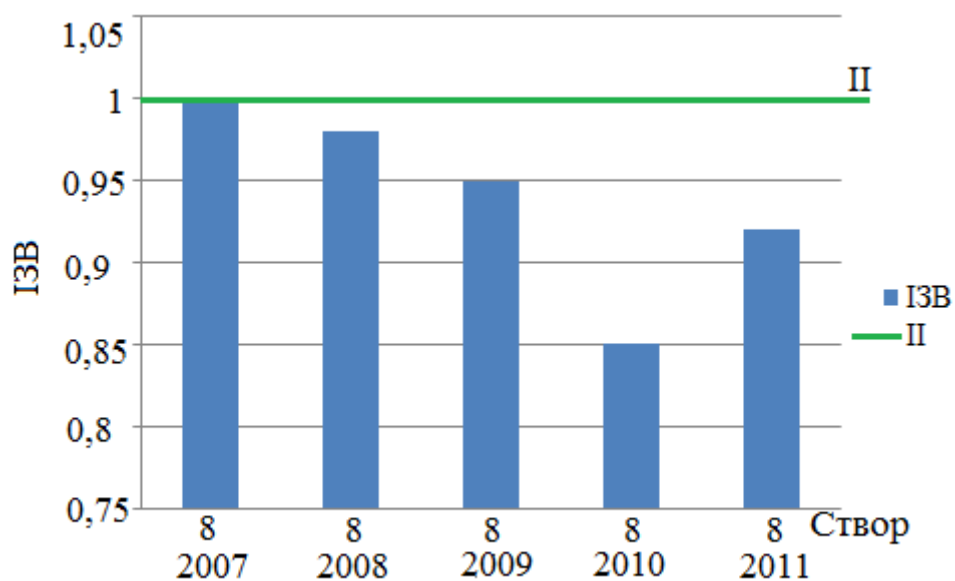


Рис 3.16 Зміна показників ІЗВ для створу 8 (2007 - 2011 рр.)

На рис 3.15 для 7 створу по всіх роках спостережень якість води відповідала III класу якості (вода помірно забруднена), окрім 2009 року, де якість вод не перевищувала II класу (вода чиста).

На рис 3.16 для 8 створу по всіх роках спостережень якість води не перевищує II категорії (вода чиста).

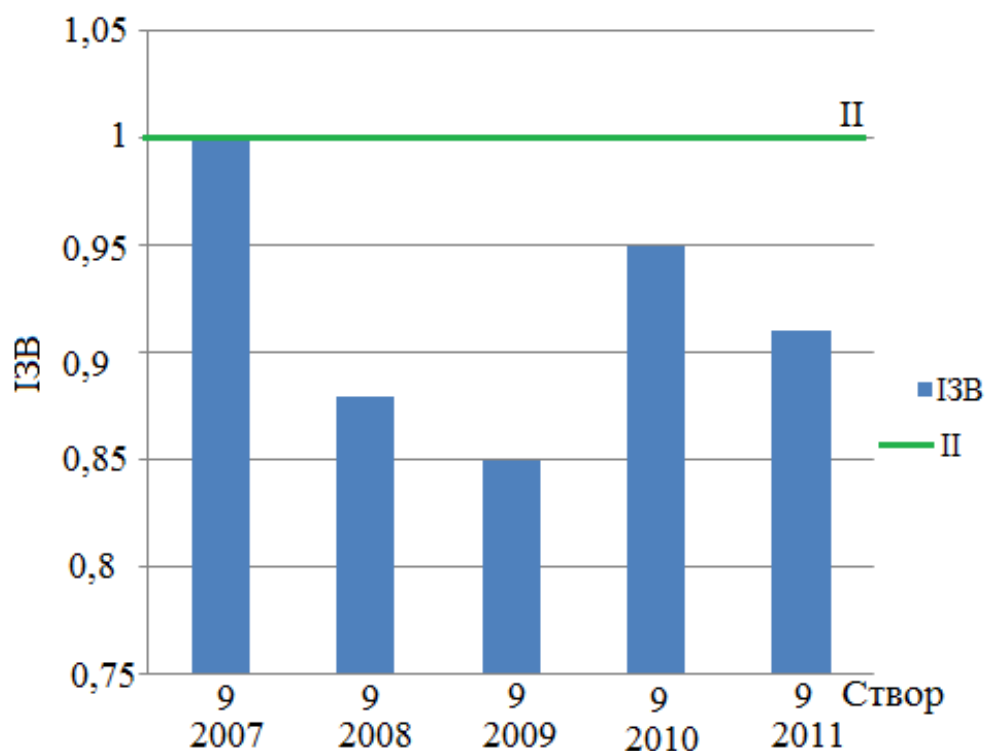


Рис 3.17 Зміна показників ІЗВ для створу 9 (2007 - 2011 рр.)

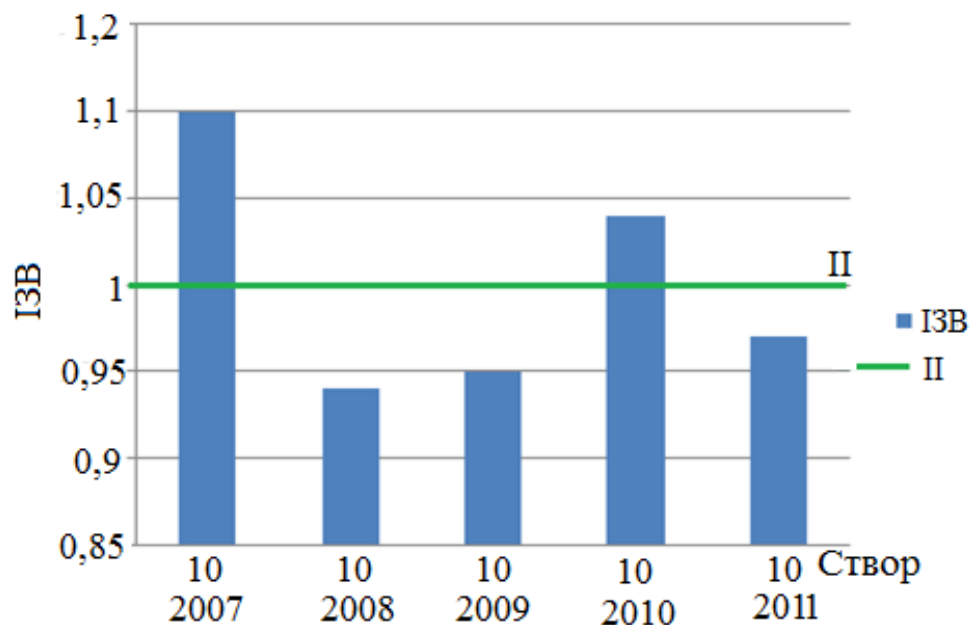


Рис 3.18 Зміна показників ІЗВ для створу 10 (2007 - 2011 рр.)

На рис 3.17 для 9 створу по всіх роках спостережень якість води не перевищує II категорії (вода чиста).

На рис 3.18 для 10 створу бачимо, що в 2008, 2009 та 2011 роках якість вод відповідає II класу (вода чиста). В 2007 та 2010 роках якість вод знаходиться в межах III класу і характеризується як помірно забруднені.

Аналізуючи графіки можна підвести деякі підсумки. Найбільший показник ІЗВ був отриманий на 1 створі в 2007 році (4, 1 мг/дм<sup>3</sup>), саме там води відповідали V класу якості вод і отримали характеристику брудних. Загалом якість вод за увесь досліджуваний період не виходили за межі II та III класів і позиціонували себе як чисті та помірно забруднені.

Проаналізувавши зміну ІЗВ та зміну концентрацій домішок, які представлені в таблиці 3.5, можна зробити висновок, до якої категорії відноситься якість води на кожному створі, протягом усього періоду спостережень.

На основі даних табл. 3.5 можна зробити висновок, що протягом усього періоду спостережень якість вод у Кременчуцькому водосховищі можна віднести до II класу (вода чиста), та до III класу (помірно забруднена).



Найбільші значення ІЗВ були отримані в 2007 році на 3 створі, де якість вод знаходиться в межах V категорії (вода брудна).

Табл. 3.5 – Характеристика ІЗВ

	Створ	Характеристика ІЗВ									
		2007		2008		2009		2010		2011	
		Клас	Якість	Клас	Якість	Клас	Якість	Клас	Якість	Клас	Якість
ІЗВ	1	II	Чиста	III	помірно забруднена	II	чиста	II	чиста	II	чиста
ІЗВ	2	III	помірно забруднена	II	Чиста	II	чиста	II	чиста	II	чиста
ІЗВ	3	V	Брудна	III	помірно забруднена	II	чиста	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена
ІЗВ	4	III	помірно забруднена	II	Чиста	II	чиста	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена
ІЗВ	5	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена
ІЗВ	6	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена
ІЗВ	7	III	помірно забруднена	III	помірно забруднена	II	чиста	III	помірно забруднена	II	чиста
ІЗВ	8	II	чиста	II	Чиста	II	чиста	II	чиста	II	чиста
ІЗВ	9	II	чиста	II	Чиста	II	чиста	II	чиста	II	чиста
ІЗВ	10	III	помірно забруднена	II	Чиста	II	чиста	III	помірно забруднена	II	чиста

### 3.4 Оцінка і класифікація вод Кременчуцького водосховища

#### 3.4.1 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) (табл. 3. 6 – 3.15).

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.

Таблиця 3.6 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Кременчуцького водосховища за 2007-2011 рр. - м. Канів (0,5 км нижче міста, створ 1)

Інгредієнти	2007	2008	2009	2010	2011
Вміст, мг/дм <sup>3</sup>					
Завислі речовини	14,46	16,71	14,48	17,75	88,39
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	8,60	8,05	7,40	7,89	11,77
Прозорість по шрифту в мм	23,47	21,17	19,42	21,0	22,19
Біхроматна окислюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	42,25	44,28	49,85	37,62	35,09
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,32	2,61	2,20	2,52	2,38
Азот амонійний	0,37	0,39	0,53	0,48	0,38
Азот нітритний	0,007	0,017	0,016	0,021	0,016
Азот Нітратний	0,37	0,26	0,23	0,24	0,17
Фосфати	0,114	0,135	0,124	0,212	0,136

Таблиця 3.7 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень м. Черкаси (2 км вище міста, створ 2)

Інгредієнти	2007	2008	2009	2010	2011
Вміст, мг/дм <sup>3</sup>					
Завислі речовини	14,33	17,83	14,53	15,31	18,10
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	11,3	11,12	11,23	12,06	12,72
Прозорість по шрифту в мм	22,56	21,05	21,27	21,27	21,61
Біхроматна окислюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	27,13	27,54	27,85	26,69	27,38
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,40	2,29	2,10	2,26	2,00
Азот амонійний	0,18	0,28	0,28	0,31	0,27
Азот нітритний	0,019	0,015	0,010	0,032	0,019
Азот Нітратний	0,11	0,17	0,21	0,28	0,25
Фосфати	0,127	0,131	0,119	0,131	0,136

Таблиця 3.8 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників води Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень – м. Черкаси (в межах міста, створ 3)

Інгредієнти	2007	2008	2009	2010	2011
Вміст, мг/дм <sup>3</sup>					
Завислі речовини	18,56	13,85	15,82	13,51	14,36
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	10,71	10,84	10,60	8,17	10,92
Прозорість по шрифту в мм	22,41	23,73	21,87	23,64	23,27
Біхроматна окислюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	24,51	29,08	26,35	27,71	28,21
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,61	2,64	2,30	2,62	2,30
Азот амонійний	0,16	0,39	0,25	0,41	0,34
Азот нітритний	0,039	0,020	0,017	0,040	0,026
Азот Нітратний	0,23	0,23	0,29	0,28	0,25
Фосфати	0,147	0,121	0,125	0,149	0,120

Таблиця 3.9 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників води Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень - м. Черкаси ( в межах міста, створ 4)

Інгредієнти	2007	2008	2009	2010	2011
Вміст, мг/дм <sup>3</sup>					
Завислі речовини	11,13	9,94	10,82	11,01	9,96
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	10,12	11,88	11,28	11,93	12,28
Прозорість по шрифту в мм	21,87	22,89	21,84	22,67	22,13
Біхроматна окислюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	22,85	29,53	31,11	29,30	24,21
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,38	2,78	2,40	2,51	2,20
Азот амонійний	0,22	0,28	0,36	0,40	0,32
Азот нітритний	0,025	0,019	0,017	0,038	0,025
Азот Нітратний	0,23	0,27	0,28	0,26	0,27
Фосфати	0,105	0,112	0,118	0,110	0,124

Таблиця 3.10 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень – м. Черкаси (6 км нижче міста, створ 5)

Інгредієнти	2007	2008	2009	2010	2011
Вміст, мг/дм <sup>3</sup>					
Завислі речовини	13,32	11,95	12,15	12,56	13,04
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,86	9,24	11,16	10,09	9,16
Прозорість по шрифту в мм	22,23	22,18	21,52	23,15	22,27
Біхроматна окислюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	26,07	23,18	26,13	22,79	22,12
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,85	2,72	2,40	2,54	2,50
Азот амонійний	0,28	0,53	0,39	0,54	0,36
Азот нітритний	0,028	0,025	0,022	0,049	0,027
Азот Нітратний	0,14	0,21	0,19	0,19	0,22
Фосфати	0,135	0,118	0,128	0,113	0,132



Таблиця 3.11 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень – м. Черкаси (10 км вище міста, створ 6)

Інгредієнти	2007	2008	2009	2010	2011
Вміст, мг/дм <sup>3</sup>					
Завислі речовини	11,67	10,43	11,17	11,96	12,06
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	10,40	10,78	10,50	8,13	9,23
Прозорість по шрифту в мм	23,26	23,12	22,68	24,11	23,71
Біхроматна окислюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	26,14	23,22	26,19	22,89	22,92
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,54	2,95	2,70	2,41	2,20
Азот амонійний	0,25	0,44	0,32	0,44	0,30
Азот нітритний	0,026	0,024	0,020	0,044	0,025
Азот Нітратний	0,11	0,17	0,21	0,19	0,21
Фосфати	0,102	0,121	0,116	0,112	0,125

Таблиця 3.12 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень – м. Черкаси (18 км нижче міста, створ 7)

Інгредієнти	2007	2008	2009	2010	2011
Вміст, мг/дм <sup>3</sup>					
Завислі речовини	14,22	12,75	12,57	12,91	12,54
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	10,70	11,02	10,60	8,77	10,41
Прозорість по шрифту в мм	23,28	22,56	22,02	23,11	21,89
Біхроматна окислюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	25,23	24,12	23,83	21,88	21,34
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,79	3,17	2,20	2,31	2,30
Азот амонійний	0,24	0,42	0,26	0,40	0,30
Азот нітритний	0,025	0,023	0,019	0,041	0,024
Азот Нітратний	0,21	0,19	0,14	0,18	0,20
Фосфати	0,115	0,124	0,129	0,116	0,127

Таблиця 3.13 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень – порт Адамівка (0,2 км нижче порту, створ 8)

Інгредієнти	2007	2008	2009	2010	2011
Вміст, мг/дм <sup>3</sup>					
Завислі речовини	13,92	12,79	13,10	12,96	12,84
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,50	12,06	11,31	8,00	10,15
Прозорість по шрифту в мм	23,41	22,81	22,32	23,95	22,87
Біхроматна окислюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	25,47	23,11	21,53	22,49	21,82
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,36	2,65	2,41	1,96	2,00
Азот амонійний	0,18	0,29	0,20	0,24	0,25
Азот нітритний	0,028	0,025	0,022	0,049	0,027
Азот Нітратний	0,19	0,26	0,17	0,25	0,28
Фосфати	0,115	0,121	0,124	0,110	0,122

Таблиця 3.14 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень – м. Світловодськ (4,5 км вище міста, створ 9)

Інгредієнти	2007	2008	2009	2010	2011
Вміст, мг/дм <sup>3</sup>					
Завислі речовини	12,41	11,24	12,05	11,96	12,43
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	10,11	9,26	10,21	8,12	10,01
Прозорість по шрифту в мм	23,03	22,78	22,16	23,92	22,83
Біхроматна окислюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	24,87	23,98	25,81	23,76	22,91
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,45	2,26	1,90	2,23	2,30
Азот амонійний	0,28	0,53	0,39	0,54	0,36
Азот нітритний	0,024	0,021	0,024	0,034	0,026
Азот Нітратний	0,17	0,21	0,18	0,20	0,18
Фосфати	0,124	0,112	0,123	0,111	0,122

Таблиця 3.15 - Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників вод Кременчуцького водосховища у різні періоди спостережень – м. Світловодськ (в межах міста, створ 10)

Інгредієнти	2007	2008	2009	2010	2011
Вміст, мг/дм <sup>3</sup>					
Завислі речовини	12,82	12,65	12,11	11,86	12,13
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	10,20	9,02	10,00	8,17	9,92
Прозорість по шрифту в мм	23,03	22,81	20,32	22,11	21,97
Біхроматна окислюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	24,17	21,12	23,11	21,81	21,53
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,45	2,46	1,71	2,22	2,20
Азот амонійний	0,29	0,36	0,30	0,38	0,29
Азот нітритний	0,025	0,019	0,020	0,030	0,024
Азот Нітратний	0,19	0,23	0,16	0,19	0,18
Фосфати	0,129	0,122	0,124	0,113	0,127

Кругообіг азоту у біосфері, в тому числі і гідросфері, включає чотири основні процеси:

- азотфіксацію – біологічне засвоєння молекулярного азоту повітря;
- амоніфікацію – розклад (за участю мікроорганізмів) азотовмісних органічних сполук (білків, нуклеїнових кислот, сечовини тощо) до утворення вільного аміаку ( $\text{NH}_3$ ).
- нітрифікацію – окиснення аміаку і утворення нітритів ( $\text{NO}_2$ ), нітратів ( $\text{NO}_3$ ) та азотної кислоти ( $\text{HNO}_3$ );
- денітрифікацію – мікробіологічне відновлення окиснених сполук азоту ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ) до газоподібного азоту ( $\text{N}_2$ ) [29].

Процесом денітрифікації цикл кругообігу азоту завершується. На цій стадії частина азоту у вільному стані переходить в атмосферу. Денітрифікація запобігає надмірному накопиченню оксидів азоту, які можуть бути токсичними для гідробіонтів, у донному ґрунті і воді [37]. Атмосферного  $\text{N}_2$  та надходженням з водозбірної площі легкорозчинних у воді мінеральних форм азоту – нітратних ( $\text{NO}_3$ ), нітритних ( $\text{NO}_2$ ) та амонійних ( $\text{NH}_3$ ) іонів. Крім того у водойми можуть надходити органічні сполуки алохтонного і автохтонного походження, які містять у своєму складі азот. При деструкції органічних речовин відбувається гідроліз білків до більш дрібних молекул, які можуть дифундувати через оболонку клітин, де вони розкладаються з виділенням аміаку [37].

Більшість організмів гідросфери засвоюють азот тільки у формі амонійних солей, нітратів або деяких низькомолекулярних органічних сполук (наприклад, амінокислот). У зв'язку з цим фіксацію азоту, тобто перетворення газоподібного азоту у нітрати, які засвоюються водяними організмами, за важливістю можна порівняти з фотосинтезом. Саме ці два процеси визначають існування різних форм життя на Землі.

У метаболічні реакції азот включається у молекулярній або нітратній формі. Як у процесах азотфіксації, так і асиміляції азоту з нітратів кінцевим продуктом реакції є утворення амінокислот та приєднання їх до різних молекул-акцепторів. На цьому завершується цикл утворення білків та їх похідних [38].

Як один з найбільш важливих біогенних елементів азот (переважно у формі нітратів) істотно впливає на біологічну продуктивність водних екосистем. В оптимальних концентраціях він обумовлює підвищену продукцію фітопланктону, фітобентосу, вищих водяних рослин. Дефіцит мінерального азоту призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу у рослин. В той же час надмірне надходження сполук азоту часто є причиною забруднення водойм та їх евтрофікації [39].

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) мгN/дм<sup>3</sup>. За середньоарифметичними даними вода Кременчуцького водосховища у всі періоди досліджень відносилась до 2-4 категорії якості – чисті – помірно забруднені.

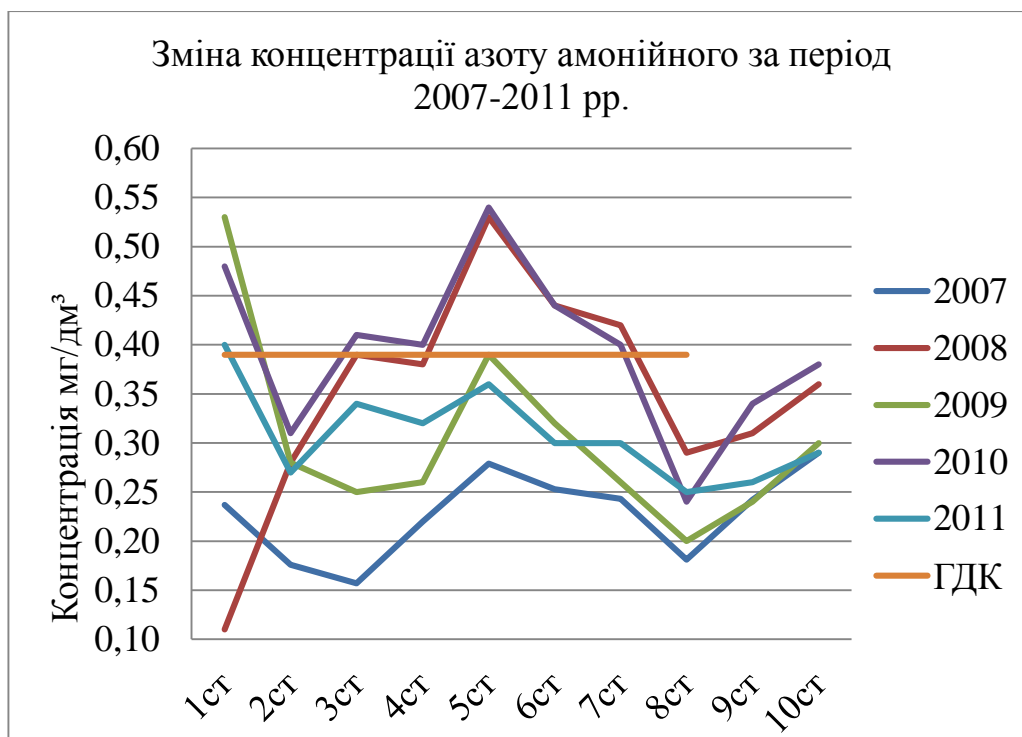


Рис. 3.19 Зміна концентрації азоту амонійного у водах Кременчуцького водосховища для 10 контрольних створів протягом 2007-2011 рр

Аналізуючи графік, який зображено на рис 3.19 бачимо, що перевищення концентрації азоту амонійного в водах Кременчуцького водосховища спостерігається в 2008 році на 3,5 та 7 створах. В 2009 на 5 створі, в 2010 році на 2, 3, 5, та 7 створах. Максимальні показники які перевищували значення гранично допустимої концентрації (ГДК 0,39мг/дм<sup>3</sup>) були отримані в 2009 році та в 2010 році на 5 створі.

На рис 3.20 зображено графік, який показує зміну концентрації азоту нітритного для 10 контрольних створів за період 2007-2011 років.



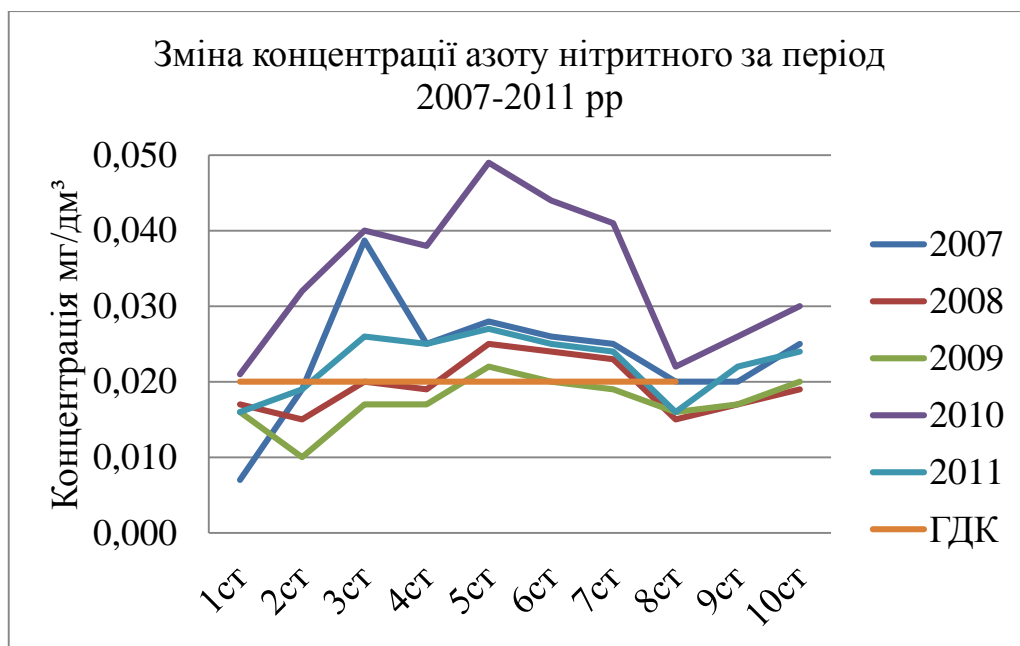


Рис. 3.20 Зміна концентрації азоту нітритного у водах Кременчуцького водосховища для 10 контрольних створів протягом 2007-2011 рр

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

### 3.4.2 Орієнтовна екологічна оцінка якості вод

Антропогенний вплив на водні екосистеми в сучасний період нерегульованих взаємин між людським суспільством і навколишнім природним середовищем спричиняє екологічні проблеми. Зокрема, забруднення промисловими і комунальними стічними водами, погіршення якості води, евтрофікація, заболочування, пересихання, засолення чи опріснення водних об'єктів, збіднення видового складу біоти тощо [40].

Визначальними характеристиками екологічних класифікацій і нормативів оцінки якості поверхневих вод є галобність, трофність, сапробність, токсобність тощо, тобто риси притаманні водним екосистемам і їх компонентам. Саме такий екосистемний підхід відповідає новітнім прогресивним принципам і вимогам рамкової Директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС “Упорядкування діяльності Співтовариства в галузі водної політики” [41].

Екологічною оцінкою якості поверхневих вод України займалися багато вчених, з різних наукових установ – Інститут гідробіології НАН України (1978, 1993), УНДІВЕР (1996), Інститут географії НАН України та ін. В 1996 році була запропонована нова методика екологічної оцінки якості поверхневих вод України, яка дає змогу підвищити оперативність моніторингу водних об’єктів та розширити використання картографічних засобів подання екологічної інформації. Існуючі підходи до проведення екологічної якості поверхневих вод розглянуто у наукових роботах А. В. Яцика, Й. В. Гриба, А. П. Чернявської, О. І. Денісова, В. Д. Романенка, В. М. Жукинського, О. П. Оксіюк, І. В. Гопчака та інших [42].

Перш за все, необхідно відмітити, що якість поверхневих вод водосховища залежить від багатьох чинників, а саме, фізико-географічних умов, гідрографічних характеристик та особливостей формування стоку, геоморфологічних, геоботанічних та господарських умов.

По-друге, важливим етапом проведення екологічної оцінки якості води на річці є процедура виконання. Орієнтовну і ґрунтовну екологічну оцінку якості води в поверхневих водних об’єктах виконують за принципово однаковою процедурою [29].

Процедура виконання екологічної оцінки якості поверхневих вод складається з чотирьох послідовних етапів, а саме:

- етап групування та обробки вихідних даних;

- етап визначення класів і категорій якості води за окремими показниками;

- етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;

- етап визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класу і категорії) для певного водного об'єкта в цілому чи його окремих ділянок за певний період спостережень [43].

Орієнтовну екологічну оцінку якості поверхневих вод за величинами показників трьох блоків виконують тоді, коли необхідно одержати попереднє всебічне, хоч і поверхове уявлення про екологічний стан дослідженого водного об'єкта, оцінюване за якістю води. Найдоцільніше використовувати орієнтовну екологічну оцінку якості поверхневих вод на початкових стадіях проектування будівництва гідротехнічних споруд чи підприємств, які можуть негативно вплинути на стан певних частин водної екосистеми, задля попереднього розгляду альтернативних варіантів будівництва, задовго до розроблення обов'язкової ОВНС (оцінка впливу на навколишнє середовище) [43].

Визначення класів і категорій якості води для окремих показників полягає у зіставленні середньоарифметичних (середніх) і найгірших (у разі ґрунтової екологічної оцінки) їх значень з критеріями спеціалізованих класифікацій. Таке зіставлення виконують у межах відповідних блоків.

Визначення інтегральних значень класів і категорій якості води полягає у визначенні середніх і найгірших (у разі ґрунтової екологічної оцінки) значень трьох блокових індексів якості води, оперуючи відносними величинами якості води - категоріями, значення номерів яких укладаються в ряд чисел від 1 до 7 [43].

Середні значення блокових індексів можуть бути дробовими числами. Це дає змогу диференціювати оцінку якості води, зробити її точнішою і

гнучкішою. Для визначення субкатегорій якості води, що відповідають середнім значенням блокових індексів, треба весь діапазон значень номерів категорій (поміж цілими числами) розбити на окремі частини і певним чином позначити (таблиця 3.7). Для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок обчислюють інтегральний або екологічний індекс (ІЕ).

Екологічний індекс потрібен для однозначної оцінки екологічного стану водного об'єкта за якістю води для планування водоохоронних заходів, здійснення екологічного та еколого-економічного районування, картографування екологічного стану водних об'єктів, належних до певних адміністративних територій (областей, районів) чи басейнів річок [43].

Екологічна оцінка якості води - віднесення вод до певного класу і категорії згідно з екологічною класифікацією на підставі аналізу значень показників (критеріїв) її складу і властивостей з наступним їхнім обчисленням та інтегруванням. Така оцінка дає інформацію про воду як складову водної системи, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища, в якому мешкає людина, а також є базою для встановлення екологічних нормативів якості води щодо окремих водних об'єктів чи їх частин, груп водних об'єктів та басейнів річок [43].

Таблиця 3.16 - Схема визначення екологічних класів, категорій і субкатегорій якості води в поверхневих водних об'єктах України [43]

Класи якості води	Категорії якості води	Середні значення блокових індексів	Позначення відповідних субкатегорій якості води	Словесна характеристика субкатегорій
1	2	3	4	5

I	1	1,00-1,25 1,26-1,50	1 1(2)	"Відмінні", "дуже чисті" води "Відмінні", "дуже чисті" води з тенденцією наближення до категорії "дуже добрих", "чистих"
II	2	1,51-1,75	1-2	Води, перехідні за якістю від "відмінних", "дуже чистих" до "дуже добрих", "чистих"
		1,76-1,99	2(1)	"Дуже добрі", "чисті" води з ухилом до категорії "відмінних", "дуже чистих"
		2,00-2,25 2,26-2,50	2 2(3)	"Дуже добрі", "чисті" води "Дуже добрі", "чисті" води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих"
	3	2,51-2,75 2,76-2,99	2-3 3(2)	Води, перехідні за якістю від "дуже добрих", "чистих", до "добрих", "досить чистих"
		3,00-3,25 3,26-3,50	3 3(4)	"Добрі", "досить чисті" води "Добрі", "досить чисті" води з тенденцією наближення до "задовільних", "слабо забруднених"
	III	4	3,51-3,75	3-4
1	2	3	4	5
		3,76-3,99	4(3)	"Задовільні", "слабо забруднені" води з ухилом до "добрих", "досить чистих"

	5	4,26-4,50	4(5)	"Задовільні", "слабо забруднені" води з тенденцією наближення до "посередніх", "помірно забруднених"
		5,00-5,25	5	"Посередні", "помірно забруднені" води
		5,26-5,50	5(6)	"Посередні", "помірно забруднені" води з тенденцією наближення до категорії "поганих", "брудних"
IV	6	5,51-5,75	5-6	Води, перехідні за якістю від "посередніх", "помірно забруднених" до "поганих", "брудних"
		5,76-5,99	6(5)	"Погані", "брудні" води "Погані", "брудні" води з тенденцією наближення до "дуже поганих", "дуже брудних"
V	7	6,51-6,75	6-7	Води, перехідні за якістю від "поганих", "брудних" до "дуже поганих", "дуже брудних"
		6,76-7,00	7(6)	"Дуже погані", "дуже брудні" води з ухилом до категорії "поганих", "брудних"

Серед методів оцінки якості поверхневих вод виділяють: фізико-хімічні (засновані на індивідуальних і комплексних показниках), біологічні й комбіновані методи. Для оцінки стану вод річки Десна був обраний фізико-хімічний метод, оскільки він якнайточніше оцінює забруднення води конкретними забруднювачами, враховує сумісний вплив забруднюючих речовин, дає можливість класифікації якості води і характеристики середовища існування водних організмів [43].

Характеристика якості поверхневих вод виконана на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України, яка включає набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних та інших показників, що відображають особливості абіотичної й біотичної

складових водних екосистем. Екологічна класифікація є критеріальною базою екологічної оцінки якості поверхневих вод, а остання є складовою частиною нормативної бази для комплексної характеристики стану навколишнього природного середовища, для планування і здійснення водоохоронних заходів та оцінки їх ефективності. Оцінку і класифікацію води проводили згідно з рекомендаціями Держкомгідромету [43].

Якість води - характеристика складу і властивостей води, визначається ділячи її придатність для конкретних видів водокористування. У результаті інтенсивного використання водних ресурсів змінюється не тільки кількість води, придатної для тієї чи іншої галузі господарської діяльності, але і відбувається зміна гідрологічного режиму природних водних об'єктів, складових їх водного балансу і, головне, погіршення якості поверхневих вод.

Принаймні зростання антропогенного впливу на водні ресурси особливої актуальності набувають завдання прогнозування та оцінки якості поверхневих вод. Досить об'єктивним для характеристики якості вод суші в даний час являється підхід, заснований на зіставленні показників якості води в окремих точках водного об'єкта з відповідними нормативними значеннями, наприклад гранично допустимими концентраціями (ГДК) [43].

У даному розділі розглядаються інтегральні показники, які дозволяють оцінити ступінь забрудненості водотоків різними речовинами, визначити тривалість і обсяг забрудненого стоку протягом року, а також характеризувати мінливість якості води річки під впливом господарської діяльності [43].

Розрахунок екологічної оцінки якості води річок області проведений згідно з „Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями“, яка на основі єдиних екологічних критеріїв дозволяє порівнювати якість води на окремих ділянках водних об'єктів, у водних об'єктах різних регіонів. Вона включає три блоки показників: блок сольового складу, блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних)

показників, блок показників вмісту специфічних речовин токсичної дії. Середні та найгірші значення для трьох блокових індексів якості води визначалися шляхом обчислення середнього значення середніх і максимальних величин номерів категорій за всіма показниками кожного блоку. Результати екологічної оцінки подаються у вигляді об'єднаної оцінки, яка ґрунтується на заключних висновках по трьох блоках [29].

Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта загалом або для окремих його ділянок полягає в обчисленні інтегрального екологічного індексу (ІЕ) який визначається за формулою:

$$I_E = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \quad (3.2)$$

де:

$I_1$  - індекс забруднення води компонентами сольового складу;

$I_2$  - індекс трофо-сапробіологічних показників;

$I_3$  - індекс специфічних показників токсичної дії.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюють для середніх і найгірших (у разі ґрунтовної екологічної оцінки) значень категорій окремо. Він може бути дробовим числом. Субкатегорії якості води на підставі ІЕ визначають так само, які для блокових індексів .

По - третє, у таблицях 3.17 - 3.21 представлені результати дослідження на Кременчуцькому водосховищі та показаний розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості вод Кременчуцького водосховища.



Таблиця 3.17 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води (створ 1, 2008 р)

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм <sup>3</sup>	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мкг/дм <sup>3</sup>	Величини	Категорії
Cl <sup>-</sup>	22,10	2	Завислі речовини	1,92	1	Fe, заг	0,25	1
			БСК <sub>5</sub>	2,27	4	Нафто – продукти	0	1
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	38,27	1	Азот амонійний	0,33	3	СПАР	0,008	2
			Азот нітритний	0,055	3	Феноли	0,0055	2
			Азот нітратний	0,16	2	Cu <sup>2+</sup>	0,0023	1
						Zn <sup>2+</sup>	0,037	1
Фосфати	0,014	1	Cr <sup>6+</sup>	0,002	1			



Таблиця 3.18 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води (створ 2, 2007 р)

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм <sup>3</sup>	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мкг/дм <sup>3</sup>	Величини	Категорії
Cl <sup>-</sup>	16,02	1	Завислі речовини	0,20	1	Fe, заг	0,25	1
			БСК <sub>5</sub>	2,31	4	Нафто – продукти	0,009	1
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	30,32	1	Азот амонійний	0,44	4	СПАР	0,008	2
			Азот нітритний	0,055	2	Феноли	0,0056	2
			Азот нітратний	0,16	2	Cu <sup>2+</sup>	0,0025	1
						Mn <sup>2+</sup>	0,0061	1
Фосфати	0,15	5	Cr <sup>6+</sup>	0,0038	1			

Таблиця 3.19 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води (створ 3, 2007 р)

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм <sup>3</sup>	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мкг/дм <sup>3</sup>	Величини	Категорії
Cl <sup>-</sup>	24,17	2	Завислі речовини	1,82	1	Fe, заг	0,17	1
			БСК <sub>5</sub>	2,43	4	Нафто – продукти	0,002	1
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	44,18	1	Азот амонійний	0,39	4	СПАР	0,001	1
			Азот нітритний	0,041	5	Феноли	0,0055	1
			Азот нітратний	0,18	2	Cu <sup>2+</sup>	0,019	1
						Mn <sup>2+</sup>	0,009	1
Фосфати	0,17	2	Cr <sup>6+</sup>	0,005	1			

Таблиця 3.18 - Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води (створ 5, 2011 р)

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм <sup>3</sup>	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мкг/дм <sup>3</sup>	Величини	Категорії
Cl <sup>-</sup>	24,17	2	Завислі речовини	1,82	1	Fe, заг	0,17	1
			БСК <sub>5</sub>	2,43	4	Нафто – продукти	0,002	1
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	44,18	1	Азот амонійний	0,39	4	СПАР	0,001	1
			Азот нітритний	0,041	5	Феноли	0,0055	1
			Азот нітратний	0,18	2	Cu <sup>2+</sup>	0,019	1
						Mn <sup>2+</sup>	0,009	1
Фосфати	0,17	2	Cr <sup>6+</sup>	0,005	1			

Таблиця 3.19- Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води (створ 6, 2010 р)

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм <sup>3</sup>	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мкг/дм <sup>3</sup>	Величини	Категорії
Cl <sup>-</sup>	16,02	1	Завислі речовини	0,20	1	Fe, заг	0,25	1
			БСК <sub>5</sub>	2,31	4	Нафто – продукти	0,009	1
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	30,32	1	Азот амонійний	0,44	4	СПАР	0,008	2
			Азот нітритний	0,055	2	Феноли	0,0056	2
			Азот нітратний	0,16	2	Cu <sup>2+</sup>	0,0025	1
						Mn <sup>2+</sup>	0,0061	1

			Фосфати	0,15	5	Cr <sup>6+</sup>	0,0038	1
--	--	--	---------	------	---	------------------	--------	---

Сольовий блок. Проаналізувавши динаміку блокового індексу сольового складу ( $I_1$ ) 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  $I_{1\text{найгір}}$  також знаходиться в межах I категорії та 1(2) субкатегорії та відноситься до I класу ( $I_{1\text{найгір}} = 1,5$ ) - „відмінні”, „дуже чисті”, „чисті”.

Трофо-сапробіологічний блок. Екологічна оцінка якості води трофо-сапробіологічного 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 ( $I_{2\text{найгір}}=3,3$ ) 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 ( $I_{3\text{сер}} = 1,14$ ) "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. В першу чергу ці заходи повинні бути направлені на зниження антропогенного евтрофування.

## ВИСНОВКИ

Оцінка якості води проводилась за ІЗВ для рибогосподарських ГДК. Проаналізувавши дані гідрохімічних вимірювань показників якості поверхневих вод за 2007-2011 роки можна зробити наступні висновки:

- 1) найпоширенішими забруднюючими речовинами є феноли та БСК<sub>5</sub>;
- 2) перевищення органічних речовин з БСК<sub>5</sub> у водах водосховища є не значними, причиною цього перевищення є скид вод промисловими підприємствами та розвинута система ведення сільського господарства;
- 3) забруднення фенолами відбувається завдяки антропогенним джерелам забруднення, якими є підприємства комунального господарства, промислові і сільськогосподарські підприємства;
- 4) кисневий режим впродовж досліджуваного періоду був задовільним, та був не нижче значення ГДК – 6 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Показники головних іонів і мінералізації води Кременчуцького водосховища не перевищують ГДК для водойм рибогосподарського водокористування мають гідрокарбонатний кальцієвий склад і відносяться до прісних гіпогалінних вод. 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.

Екологічна оцінка якості води за трофо-сапробіологічними критеріями належать за середнім індексом 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 наявних показників якість води також відповідає II класу категорії 3, субкатегорія 3(4) – "Добрі", "досить чисті" води з тенденцією наближення до "задовільних", "слабо забруднених".

Значення індексів специфічних речовин токсичної дії за середніми величинами "відмінні", "дуже чисті" води та відносяться до I класу, 1

категорії, 1 субкатегорії, а за найгіршими величинами відноситься до І класу, категорії 1 та субкатегорія 1(2) і характеризує стан вод як "відмінні", "дуже чисті" води з тенденцією наближення до категорії "дуже добрих", "чистих".

Результати радіологічних аналізів з визначення  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  свідчать, що вміст контрольованих радіонуклідів у воді впродовж 2007-2011 років знаходився значно нижче встановлених норм. Концентрації азоту амонійного та азоту нітритного за досліджуваний період виходили за межі норм рибогосподарського ГДК. На деяких контрольних створах ці перевищення безпосередньо тісно пов'язані з веденням сільського господарства, тобто головною причиною є антропогенний вплив на водну екосистему басейну Кременчуцького водосховища.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вивчення якості води. Дата оновлення: 27.03.18  
<http://www.novaecologia.org/voeco-861.html> (дата звернення: 11.04.18).
2. Кременчуцьке водосховище Дата оновлення: 29.04.18  
[http://dir.md/wiki/Кременчуцьке\\_водосховище?host=uk.wikipedia.org](http://dir.md/wiki/Кременчуцьке_водосховище?host=uk.wikipedia.org) (дата звернення: 02.05.18).
3. Водосховища Дніпра. Дата оновлення: 11.04.18. [http://ua-nature.ulcraft.com/reservoir\\_dnepr](http://ua-nature.ulcraft.com/reservoir_dnepr) (дата звернення: 12.04.18).
4. Гідрологічні умови Кременчуцького водосховища Дата оновлення: 02.11.17 <http://www.eco.com.ua/node/1448> (дата звернення: 08.04.18).
5. Котовська Г.О., Христенко Д.С. Умови та ефективність відтворення основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища: моногр. / Інститут рибного господарства НААН України. Київ: 2010. 176 с.
6. Исаева А.И. Рыбное хозяйство водохранилищ / Москва: Пищевая промышленность, 1980. 304 с.
7. Tátrai I. Influence of temperature, rate of feeding and body weight on nitrogen metabolism of bream *Abramis brama* L // Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology. 1986. Vol. 83, Issue 3. P. 543–547.
8. Владимирова К.С. Мелководья Кременчугского водохранилища: учебник / Київ: Наук. думка, 1979. 284 с.
9. Анисимова И.М. Ихтиология: Учеб. для вузов / Москва: Агропромиздат, 1991. 288 с.
10. Кубышкин Г.П. О характере изменения уровней, площадей и объемов Киевского, Кременчугского и Каховского водохранилищ // Рыбн. хоз-во. 1969. Вып. 7. С. 89–94.
11. Денисова А.И., Тимченко В.М., Нахшина Е. П. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / Киев: Наукова думка, 1989. 216 с.

12. Богданова Л.Н. Характеристика зоопланктону Кременчуцького водосховища // Рибогосподарська наука України. 2015. Вип. 4(34). С. 15–30.
13. Осадчая Н.Н., Осадчий В.И. Гумусовые вещества в воде днепровских водохранилищ // Наук. пр. УкрНДГМІ. 1999. Вип. 247. С. 189-201.
14. Кружиліна С.В. Багаторічна динаміка кількісного розвитку фітопланктону Кременчуцького водосховища та його структурні показники /Рибогосподарська наука України. 2010. С. 14-19.
15. Щербак В.І. Структурно-функціональна характеристика дніпровського фітопланктону: Автореф. дис. ... доктор біологічних наук / Київ, 2000. 72 с.
16. Кружиліна С. В. Трофічні взаємовідносини білого (*Hyporhamphichthys molitrix* Val.) і строкатого (*Aristichthys nobilis* Rich.) товстолобів та молоді промислових видів риб Кременчуцького водосховища. Автореф. дис. ... кандидата біол. наук: 03.00.10 / Інститут рибного господарства УААН. Київ, 2006. 28 с.
17. Конограй В.А. Синтаксономія рослинності класу *lemnetae* Кременчуцького водосховища // Біологія. 2014. №1(66). С. 41-46.
18. Бузевич І.Ю. Наукові аспекти рибпромислової експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду// Рибогосподарська наука України. 2007. № 2. С. 64–71.
19. Буторин Н.В., Поддубний А.Г. Биологические ресурсы водохранилищ: учебник / Москва: Наука, 1984. 280 с.
20. Вятчанина Л.И. Биологические особенности плотвы Кременчугского водохранилища и ее рыбохозяйственное значение // Рыбн. хоз-во. 1973. Вып. 16. С. 71–76.
21. Вятчанина Л.И. Пути улучшения условий естественного воспроизводства рыбных запасов Каховского и Кременчугского водохранилищ // III съезд

- Всесоюзного гидробиологического общества . Рига: Знание, 1976. С. 33–36.
22. 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.
23. Гирса И.И. Изменение поведения и вертикального распределения молоди некоторых карповых рыб в зависимости от освещенности и наличия хищника // *Вопросы ихтиологии*. 1973. Т. 13, Вып. 3 (80). С. 535–542.
24. Харченко Т.А., Протасов А.А., Ляшенко А.В. Биоразнообразие и качество среды антропогенно измененных гидроэкосистем Украины / Киев: ИГБ НАН Украины, 2005. 314 с.
25. Шевченко П.Г. Вплив ефективності природного відтворення на формування продуктивності фітофільних риб водосховищ Дніпра // *Рибне госп-во. К.*, 2004. Вип. 63. С. 269–274.
26. Гордієнко Л.П. Сучасний стан нерестилищ риб у Кременчуцькому водосховищі // *Рибне господарство України*. 2003. № 1. С. 15–16.
27. Верниченко А.А. Комплексные оценки качества поверхностных вод / Л.: Гидрометеиздат, 1984. 356 с.
28. Горев Л.Н., Пелешенко В.И., Хильчевский В.К. Региональная гидрохимия / Киев: Вища школа. 1995. 307 с.
29. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Київ: Символ, 1998. 28 с.
30. Караушев А.В. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Л.: Гидрометеиздат, 1981. 286 с.
31. Пелешенко В.І., Хильчевський В.К. Загальна гідрохімія / Київ: Либідь, 1997. 384 с.
32. Санітарні правила і норми. Охорона поверхневих вод від забруднення (СанПіН № 4630-88) - затверджені Міністерством охорони здоров'я СРСР від 04.07.88 р. № 4630-88.

33. Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм - затвержені Головрибводом Мінрибгоспу СРСР, 09.08.90 р. № 12-04-11.
34. Кременчуцьке водосховище: негативізм домінує. Дата оновлення: 16.03.2018.[http://www.rusnauka.com/45\\_PWMN\\_2016/Ecologia/6\\_220314.doc.htm](http://www.rusnauka.com/45_PWMN_2016/Ecologia/6_220314.doc.htm) (дата звернення: 13.05.17)
35. Пелешенко В.І. Загальна гідрохімія: підручник / Київ: Либідь, 1997. 382 с.
36. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / Київ: Ніка Центр, 2001. 196 с.
37. Таубе П. Р. Химия и микробиология воды / Москва: Высшая школа, 1983. 280 с.
38. Лозовіцький П.С. Хімічний склад води річок українського Полісся і екологічна оцінка їх якості // Водне господарство України, 2007. № 5. С. 50 - 54.
39. Скакальський Б. Г. Антропогенные изменения химического состава воды и донных отложений в загрязняемых водных объектах: Автореф. дис. ...докт. географ. наук: 11.00.07 . / СПб, 1996. 68 с.
40. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy /Official Journal of the European Communities.22.12.2000, ENL 327/1.
41. Яцик А. В., Жукинський В. М., Чернявська А. П., Єзловська І.С. Досвід використання “Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” (пояснення, застереження, приклади) / Київ: Оріяни, 2006. 59 с.
42. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод України / Яцик А. В., Денисова О. І., Чернявська А. П., Верниченко Г. А.; Київ: Оріяни, 2004. 20 с.

43. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін; Київ: ЗАТ ВПОЛ, 2001. 48 с.



# ДОДАТКИ

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМО МАГІСТЕРСЬКОЇ  
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Бакала О.Д. Вплив антропогенних чинників на формування якості води Кременчуцького водосховища / Екологія неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. IV Міжнародна наукова конференція молодих вчених. Харків: Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, 2016. С. 101-102.

2. Бакала О.Д. Визначення придатності використання вод Кременчуцького водосховища як джерела питного водопостачання аграрного сектору / Екологія неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. IV Міжнародна наукова конференція молодих вчених. Харків: Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, 2016. С. 102-103.

3. Бакала О.Д. Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської та Черкаської областей / VI-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю. Вінниця: Вінницький національний технічний університет, 2017. С.48.

4. Бакала О.Д. Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської та Черкаської областей / Конференція молодих вчених. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2017. С. 111-112.

5. Бакала О. Д. Оцінка впливу Кременчуцького водосховища на екологічний стан Черкаського Придніпров'я / III Міжнародна конференція "Галузеві аспекти екологічної безпеки". Харків: Харківський національний автомобільно – дорожній університет, 2017. С. 57-58.

6. Бакала О.Д. Проблема отримання високоякісної питної води Кременчуцького водосховища і північного прорізу / V Міжнародна наукова конференція молодих вчених "Екологія, неоекологія, охорона навколишнього

середовища та збалансоване природокористування". Харків: Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, 2018. С. 18.

7. Бакала О.Д. Соединения азота в питьевой воде централизованного водоснабжения / Щорічна міжнародна науково-технічна конференція «екологічна і техногенна безпека. охорона водного і повітряного басейнів. утилізація відходів». Харків: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2018. С. 76.

8. Бакала О.Д. Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища / Конференція молодих вчених. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2018.

9. Бакала О.Д., Вовкодав Г.М., Лукіянова Е.В. Оцінка якості води Кременчуцького водосховища за індексом забрудненості (ІЗВ) / Вісник Гідрометцентру Чорного та Азовського морів. Одеса, 2018. С. 111-114.

10. Бакала О.Д., Вовкодав Г.М. Оцінка якості вод Кременчуцького водосховища в межах Черкаської, Кіровоградської та Полтавської областей / Вісник Гідрометцентру Чорного та Азовського морів. Одеса, 2018. С. 114-117.

## Додаток Б

Таблиця А.1 Значення ІЗВ, отримані в результаті розрахунку

Роки	ІЗВ	ІЗВ	ІЗВ	ІЗВ	ІЗВ
	створ 1	створ 2	створ 3	створ 4	створ 5
2007	0,7	1,5	4,1	1,1	1,2
2008	1,7	0,92	1,05	0,71	1,18
2009	0,77	0,84	0,94	0,95	1,07
2010	0,97	0,98	1,24	1,17	1,37
2011	0,8	0,9	1,07	1,05	1,38
	створ 6	створ 7	створ 8	створ 9	створ 10
2007	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1
2008	1,17	1,13	0,98	0,88	0,94
2009	1,1	0,96	0,95	0,85	0,95
2010	1,23	1,14	0,85	0,95	1,04
2011	1,04	0,99	0,92	0,91	0,97

Таблиця А.2 Класифікація якості поверхневих вод за критерієм мінералізації

Клас якості	Прісні води (I)		Солонуваті води (II)			Солонуваті води (III)	
	Гіпогалинні (1)	Олігогалинні (2)	β-мезогалинні (3)	α-мезогалинні (4)	Полігалинні (5)	Еугалинні (6)	Ультрагалинні (7)
Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	<0,5	0,51-1	1,01-5	5,01-18	18,01-30	30,01-40	>40

Таблиця А.3 Класифікація якості прісних гіпо- та олігогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

Показники, мг/дм <sup>3</sup>	Клас якості води						
	I	II		III		IV	V
	Категорія якості води						
	1	2	3	4	5	6	7
Сума іонів	≤500	501-750	751-1000	1001-1250	1251-1050	1501-2000	>2000
Хлориди	≤20	21-30	31-75	76-150	151-200	201-300	>300
Сульфати	≤50	51-75	76-100	101-150	151-200	201-300	>300

Таблиця А.4 Екологічна класифікація якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями

Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7
<b>Гідрофізичні:</b> завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100
Прозорість, м	<1,50	1,00-1,50	0,65-0,95	0,50-0,60	0,35-0,45	0,20-0,30	<0,20
<b>Гідрохімічні:</b> рН	6,9-7,0 7,1-7,5	6,7-6,8 7,6-7,9	6,5-6,6 8,0-8,1	6,3-6,4 8,2-8,3	6,1-6,2 8,4-8,3	5,9-6,0 8,6-8,7	<5,9 >8,7
Азот амонійний, мг N/дм <sup>3</sup>	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50
Азот нітритний, мг N/дм <sup>3</sup>	<0,002	0,002-0,005	0,006-0,01	0,011-0,2	0,021-0,05	0,051-0,1	>0,10
Азот нітратний, мг N/дм <sup>3</sup>	<0,020	0,20-0,30	0,31-0,50	0,51-0,70	0,70-1,00	1,01-2,50	>2,50
Фосфор фосфатів, мг P/дм <sup>3</sup>	<0,015	0,015-0,030	0,031-0,05	0,051-0,1	0,101-0,20	0,201-0,300	>0,30
Розчинений кисень, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<8,0	7,6-8,0	7,1-7,5	6,1-7,0	5,1-6,0	4,0-5,0	<4,0
% насичення	96-100 101-105	91-96 106-110	81-90 111-120	71-80 121-130	61-70 131-140	40-60 141-150	<40 >150
Перманганатна окислюваність, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<3,0	3,0-5,0	5,1-8,0	8,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	>20
Біхроматна окислюваність, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	>60
БСК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<1,0	1,0-1,6	1,7-2,1	2,2-4,0	4,1-7,0	7,1-12,0	>12,0

Таблиця А.5 Екологічна класифікація якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії

Показники, мг/дм <sup>3</sup>	Клас якості води						
	I	II		III	IV	V	
	Категорія якості води						
	1	2	3	4	5	6	7
Ртуть	<0,02	0,02-0,05	0,06-0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50
Кадмій	<0,1	0,1	0,2	0,3-0,5	0,6-1,5	1,6-5,0	>5,0
Мідь	<1	1	2	3-10	11-25	25-50	>50
Цинк	<10	10-15	16-20	21-50	51-100	101-200	>200
Свинець	<2	2-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Хром(загальний)	<2	2-3	4-5	6-10	11-25	26-50	>50
Нікель	<1	1-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Мишьяк	<1	1-3	4-5	6-15	16-25	26-35	>35
Залізо(загальне)	<50	50-70	76-100	101-500	501-1000	1001-2500	>2500
Марганець	<10	10-25	26-50	51-100	101-500	501-1250	>1250
Фториди	<100	100-125	126-150	151-200	201-500	501-1000	>1000
Ціаніди	0	1-5	6-10	10-25	26-50	51-100	>100
Нафтопродукти	<10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300	>300
Феноли (леткі)	0	<1	1	2	3-5	6-20	>20
СПАР	0	<10	10-20	21-50	51-100	101-250	>250

Таблиця А.6 Класи та категорії якості поверхневих вод України за екологічною класифікацією

Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів та категорій якості за їх станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані
Назва класів та категорій якості вод за ступенем чистоти (забрудненості)	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабо забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні