

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Природоохоронний факультет
Кафедра гідроекології
та водних досліджень

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

рівень вищої освіти: "спеціаліст"

на тему: «Оцінка впливу Санжейського водосховища
на якість вод річки Барабой»

Виконав: ст. I курсу, групи ПЕ-50
спеціальності 101 «Екологія»
спеціалізація «Прикладна екологія»
Таранюк Олександр Сергійович
_Керівник: старший викладач
Яров Ярослав Сергійович
Консультант: д.геогр.н., професор
Лобода Наталія Степанівна
Рецензент: к.геогр.н., ст.викл.
Шаменкова Ольга Ігорівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: природоохоронний
Кафедра: Гідроекології та водних досліджень
Рівень вищої освіти: спеціаліст
Спеціальність: 101 «Екологія»
Спеціалізація: «Прикладна екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри
д. геогр. н., проф. Лобода Н.С.
«13».«03» 2017 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ
Таранюку Олександрю Сергійовичу

1. Тема проекту: «Оцінка впливу Санжейського водосховища на якість вод річки Барабой»
керівник проекту: Яров Ярослав Сергійович, старший викладач
затверджені: наказом ВНЗ від «___» «___» 2016 року № _____
2. Строк подання студентом проекту: «27» травня 2017 р.
3. Вихідні дані до проекту:
 - 1) літературні та кадастрові дані по режиму р. Барабой;
 - 2) дані гідрохімічних спостережень по якості вод вище і нижче Санжейського водосховища за 2009-2017 рр. (кафедра гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ).
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - 1) природні і господарські умови басейну р.Барабой;
 - 2) загальна характеристика Санжейського водосховища;
 - 3) огляд гідрохімічних показників річки Барабой в стаціях вище і нижче Санжейського водосховища;
 - 4) оцінка і аналіз параметрів якості води за різними методами.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 - 1) карти – схеми природних і господарських умов дослідного району;
 - 2) карти розташування станцій спостережень.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4.2	Лобода Н.С., д.геогр.н., професор	13.03.2017	13.03.2017

7. Дата видачі завдання: 13 березня 2017 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Збір і обробка літературних даних	13.03-19.03.17	90	відмінно
2.	Аналіз вхідної гідрохімічної інформації	20.03-31.03.17	90	відмінно
3.	Оцінка якості води за гідрохімічними показниками по методу КІЗ	1.04-15.04.17	90	відмінно
4.	Атестація	03.04.-08.04.17	90	відмінно
5.	Екологічна оцінка якості води	17.04-29.04.17	90	відмінно
6.	Аналіз отриманих результатів, оформлення дипломного проекту за ДСТУ	1.05-8.05.17	90	відмінно
7.	Атестація	03.05-06.05.17	90	відмінно
6	Підготовка до захисту дипломного проекту	15.05-27.05.17	90	відмінно
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			90	відмінно

Студент:

(підпис)

Таранюк О.С.

(прізвище, ініціали)

Керівник проекту:

(підпис)

Яров Я.С.

(прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ		5
ВСТУП		6
1.	ПРИРОДНІ І ГОСПОДАРСЬКІ УМОВИ БАСЕЙНУ Р. БАРАБОЙ	8
1.1	Клімат, рельєф, гідрографічна мережа	8
1.2	Геологія, гідрогеологія, підземні води	10
1.3	Ґрунтовий і рослинний покрив	12
1.4	Ландшафтна характеристика	13
1.5	Сучасний рівень використання водних ресурсів	14
2.	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО САНЖЕЙСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ	17
2.1	Основні відомості	17
2.2	Паспортні дані	23
2.3	Основні гідрологічні характеристики водотоку	24
2.4	Характеристика гідротехнічних споруд	25
2.5	Загальна характеристика впливу Санжейського водосховища на режим р.Барабой	32
3.	АНАЛІЗ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ В СТАНЦІЯХ ВИЩЕ І НИЖЧЕ САНЖЕЙСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА	34
4.	ОЦІНКА І АНАЛІЗ ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ	38
4.1	Опис робочих методик	38
4.2	Аналіз отриманих результатів	45
ВИСНОВКИ		49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		50
ДОДАТОК А		51
ДОДАТОК Б		59

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АЕС – атомна електростанція;
БС – Балтійська система;
БСК₅ – біологічне споживання кисню за 5 діб;
га – гектар;
ГДК – гранично допустима концентрація;
ГДС – гранично допустимий скид;
ГТС – гідротехнічні споруди;
г – грам;
г/дм³ – грам на дециметр кубічний;
ДСТУ – Державний стандарт України;
ДП – дипломний проект;
дм³ – дециметр кубічний;
КІЗ – комбінаторний індекс забруднення;
км – кілометр;
км² – кілометр квадратний;
ЛОЗ – лімітуючи ознака забруднення;
м – метри;
м абс – метри абсолютної системи висот;
мм. – міліметри;
м. – місто;
МК – магістральний канал;
м³ – кубічні метри;
м³/с – метри кубічні за секунду;
м/с – метри за секунду;
мВ – мілівольти;
мг/дм³ – міліграм на дециметр кубічний;
мг-екв/дм³ – міліграм еквівалента на дециметр кубічний;
НДЗС – Нижньодністрівська зрошувальна система;
НС – насосна станція;
ОВП – окиснювально відновлювальний потенціал;
ОГМІ – Одеський гідрометеорологічний інститут;
ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет;
ПЗС – прибережна захисна смуга;
ПКІЗ – питомий комбінаторний індекс забруднення;
р. – річка;
рис. – рисунок;
РЕМ – радіоекологічний моніторинг;
РМО – рівень мертвого об'єму;
с – секунда;
с. – селище;
СЕС – санітарно епідеміологічна служба;
см – сантиметри;
СПАР – синтетичні поверхнево активні речовини;
табл. – таблиця;
ФПР – форсований підпірний рівень.

ВСТУП

Актуальність. Річка Барабой розташована в межах Роздільнянського, Біляївського, Овідіопольського районів Одеської області. В природному стані річка відносилась до категорії малих річок Північно-Західного Причорномор'я, з невеликою водністю і періодичним стоком. У другій половині ХХ ст. режим річки зазнав докорінних змін. Внаслідок водогосподарських перетворень басейн річки став складовою Нижньодністровської зрошувальної системи, було збудовано Барабойське і Санжейське водосховища комплексного призначення (зрошування, рибицтво, рекреація). Для забезпечування роботи зрошувальної системи у поливний період з квітня по жовтень щорічно у великих обсягах відбувається перекидання водного стоку з р.Дністер. Одночасно, річка приймає технологічні скиди зі зрошувальних масивів. Високий степінь зарегульованості, аграрної освоєності басейну, наявність численних населених пунктів зі зношеними водопровідно-каналізаційними мережами і відсутністю ефективних очисних споруд призвели до зміни гідролого-гідрохімічного режиму р. Барабой.

Зокрема побудова в нижній течії річки Санжейського водосховища вплинуло на водний режим як вище, так і нижче греблі; змінився об'єм стоку річки, його розподіл в часі, швидкість течії. Ці зміни гідрофізичних та морфометричних факторів дуже вплинули на структурно-функціональні характеристики суспільств гідробіонтів, процеси біологічного самоочищення та забруднення, що призводить до зміни показників якості води, біопродуктивності, а, виходячи з цього, і умов господарського використання річки. Тому дослідження впливу на якість вод р.Барабой такого водогосподарського об'єкта, як Санжейське водосховище, має велику науково-практичну актуальність.

Мета роботи: аналіз гідрохімічних показників річки Барабой в створах вище і нижче розташування Санжейського водосховища та оцінка ролі водосховища в характері зміни якості води в нижній течії р.Барабой.

Вхідними даними є результати гідрохімічних досліджень гідроекологічного стану р.Барабой, виконаних у 2009-2017 рр. на кафедрі гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ.

Для оцінки якості води за наявними гідрохімічними даними була використана методика комбінаторного індексу забруднення води (КІЗ) та орієнтовна екологічна оцінка якості води за відповідними категоріями.

1. ПРИРОДНІ І ГОСПОДАРСЬКІ УМОВИ БАСЕЙНУ Р. БАРАБОЙ

1.1 Клімат, рельєф, гідрографічна мережа [1-3]

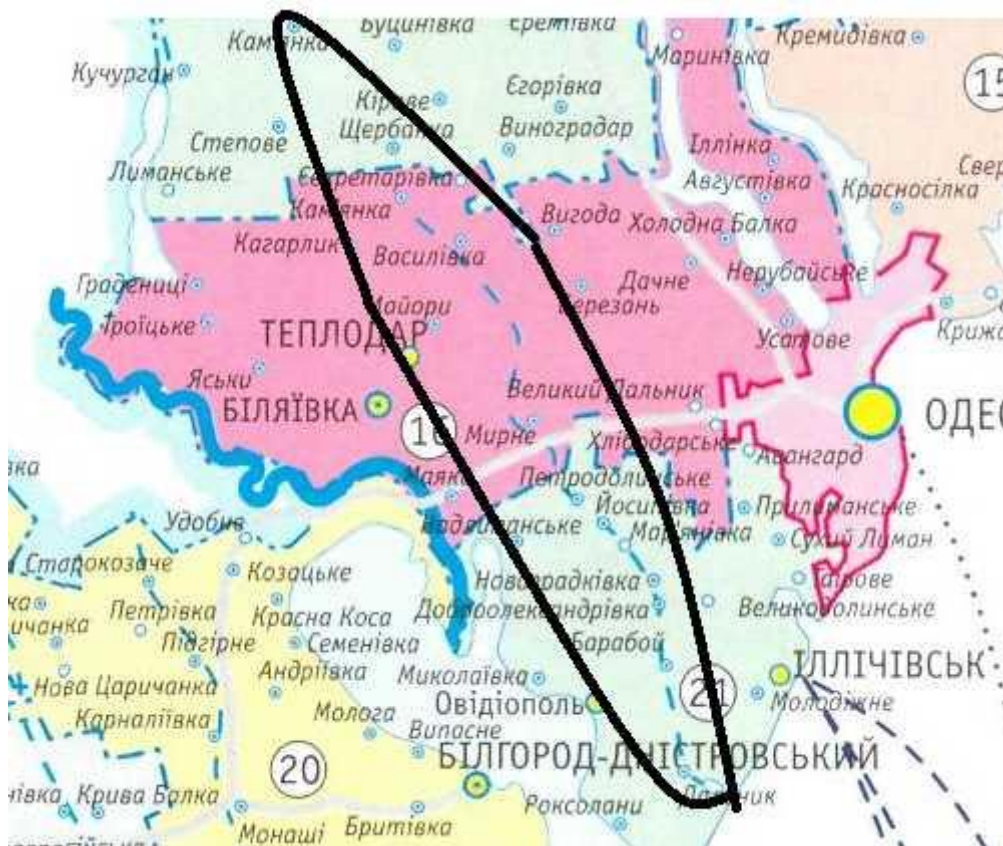


Рис 1.1 – Схема басейну р.Барабой

Річка Барабой належить до басейну Чорного моря. Басейн річки розташований в межах південної степової зони. Протікає річка по території Одеської області. Схема ділянки річки Барабой представлена на рис. 1.1.

Довжина річки 93 км, площа водозбору 652 км², заліснена 2,36 %. Заболоченість 0 %, розораність 73,5 %.

Витоком річки прийнята точка з відміткою 140 м абс., розташована в 5 км на північний схід від села Покровка Роздільнянського району.

Річка Барабой не має приток завдовжки більше 10 км, коефіцієнт густини мережі (для річок завдовжки менше 10 км) складає 0,14 км/км².

Падіння річки 139 м, середньозважений ухил 1,47 м/км. Норма стоку річки складає 4,94 млн. м³, стік маловодних років забезпеченістю 75 і 95% складає, відповідно, 1,19 і 0,15 млн м³.

Клімат басейну помірно-континентальний з посушливим літом і короткою теплою зимою.

Зареєстрована максимальна і мінімальна температури повітря відповідно рівні +37 і -29 °С. Число посушливих днів (вологість повітря менше 30%) складає в середньому 27,1 в рік. Вимірний добовий максимум опадів рівний 106 мм. Сніжний покрив в басейні спостерігається менш, ніж в 50% зим. Сніжний покрив нестійкий. Середня висота сніжного покриву 7 см, максимальна 51 см. Найбільша глибина промерзання ґрунту складає 68 см. Переважаючими є вітри північного і північно-західного напрямів. Середньорічна швидкість вітру складає 5,4 м/с. Середня величина випаровування з водної поверхні складає 856 мм. Мережа гідрографії розвинена слабо.

Басейн річки розташований в межах Причорноморської низовини. Абсолютні відмітки поверхні складають 1-140 м БС, а її загальний ухил направлений на південний схід. Густина розчленування складає 0,15 км/км², глибина ерозійного врізу до 10 м.

Долина слабо звивиста, трапецієподібна, шириною 1,5-2 км. (від 2,3 км поблизу с. Дальник до 0,6 км. вище с. Мар'янівка). Схилі висотою 20-30 м (у с. Мірне до 41 м, біля гирла лівий беріг 8 м) переважно опуклі, пологі, розчленовані (особливо правий схил між с. Мірне і Мар'янівка). Складені схили суглинками, нижче с. Петродолинське оголюються вапняки. Придатні ділянки схилів розорані, непридатні ділянки задерновані, поблизу сіл зайняті садами і містами.

Заплава двостороння, шириною 0,1-0,3 км., до гирла розширюється до 0,7 км., у верхній ділянці відсутня. Поверхня її рівна, суха, лукова, частково розорана є окремі дерева і кущі. Заплава складається мулисто-

глинистими і суглинистими ґрунтами. Під година високих паводків затоплюється на глибину до 2 м протягом 5-6 днів.

Річище нерозгалужене, слабо звивисте, у с. Доброолександрівка і між селами Барабой і Дальник звивисте. Довжина ізлучин 0,2-1,5 км, ширина перешийків 0,2-0,5 км, радіус кривизни 0,1-0,6 км. Перші 6,4 км від витoku річка являє собою струмок шириною 0,5-1 м, глибиною 5-10 см, швидкість течії 0,5-0,8 м/с. Потім річка переважно пересихає, вода лишається в плесах довжиною 0,1-0,3 км, шириною 4-12 м, глибиною 0,2-0,5 м. Переважна ширина русла 10-20 м, максимальні 75 м. На пригирловій ділянці ширина річки складає 35 м, глибина 1,5 м. Сухі ділянки заростають травною, очеретом (особливо між селами Мар'янівка і Доброолександрівка). Дно нерівне, мулисте, у витoku глинисте з галькою. Береги висотою 0,5-1,5 м до с. Доброолександрівка пологі, місцями зливаються з дном долини, нижче круті, складені сморід суглинками, заростають травною і очеретом (сіла Мірне, Мар'янівка, Новоградівка).

Аналіз даних, що характеризують схили річки і русло річки показує, що побудовані гідротехнічні споруди, перекидання в басейн значних об'ємів дністровської води, що посилюється урбанізацією, а також сільськогосподарське використання земель схилів і заплави змінили режим річки і якість води.

В найближчому майбутньому негативні процеси, пов'язані із зростаючим антропогенним навантаженням на екосистему басейну річки Барабой, збережуть тенденцію до зростання.

1.2 Геологія, гідрогеологія, підземні води [1-3]

Басейн річки Барабой розташований в межах геологічної структури західної частини Причорноморської западини (рис. 1.2).

У геологічній будові беруть участь архей-протерозойські кристалічні породи і могутня товща осадових утворень палеозойської, мезозойської і кайнозойської груп.

Басейн річки Барабой розташований в межах північного крила Причорноморського басейну. Водоносні горизонти приурочені до відкладень четвертинною, неогеновою, палеогенової, мелової, кембрійської систем. Геологічний розріз вздовж берега Чорного моря між Будацьким лиманом і м. Санжейський представлений на рис. 1.2.

Першим від поверхні регіональним водотривом є глини ярусу сармата.

Місцевими водотривами є

а) верхньопліоценові глини потужністю до 10 м, поширені на вододільному плато в північній і середній частинах басейну і що залягають на глибині 20-40 м.

б) глини понтичних і меотичних відкладень.

Джерела формування прогнозних запасів підземних вод – природні запаси, природні ресурси, які беруться з природних водотоків.

1.3 Ґрунтовий і рослинний покрив [1-3]

Басейн річки Барабой розташовується (згідно районуванню території України по потенційній небезпеці ерозійних процесів) в п'ятому ерозійному районі Чорноморсько-приазовської провінції сильно розвиненої вітрової ерозії ґрунтів. Ступінь прояву ерозії: середня водна (41,8% змитих ґрунтів) – середня вітрова ерозія (вітро-ерозійний індекс 1-1,7). Структура ґрунтового покриву обумовлена процесами ерозії. Вплив ерозійних процесів виявляється:

1) у зменшенні потужності гумусного горизонту, запасів гумусу, валових і рухомих форм азоту, фосфору, калію і інших елементів живлення рослин;

2) у розпилуванні структури, зменшенні кількості водоміцних агрегатів, підвищенні щільності верхніх горизонтів, зменшенні водовсмоктуючої і фільтраційної здатності, посиленні ґрунтової посухи.

У зв'язку з цим прийоми поліпшення земель (організаційно-господарські, агротехнічні, лугово-меліоративні і гідротехнічні) повинні носити ґрунтозахисний характер. У системі геоботанічного районування басейн розташований в межах Чорноморсько-азовської підпровінції, Східно-європейської (Понтичної) провінції, Євразійської степової області. Природна рослинність займає приблизно 6,76% від загальної площі басейну.

1.4 Ландшафтна характеристика [1-3]

У системі ландшафтного районування України басейн річки Барабой розташований в межах наступних по низхідному рангу таксономічних структур: 1) степова зона; 2) південна степова підзона; 3) Причорноморська південно-степова провінція; 4) Дністровсько-Бузька область; 5) район вододільних рівнин розчленованих балками, долиною річки з обвальними і ерозійними і флювіальними схилами. Провінція і область територіально співпадають між собою в межах підзони. Морфоструктурною основою ландшафтів Дністровсько-Бузької області в межах Причорноморської западини є (з півночі на південь):

1) пласти акумулятивної денудаційної рівнини на плікативно-блокових структурах;

2) ерозійно-акумулятивна долина річки Барабой зв'язана із зоною тектонічних порушень.

У тому ж порядку з півночі на південь їм відповідають ландшафтні комплекси.

В результаті агрогенного і вибіркового меліоративного (НДЗС) освоєння території і гідротехнічного будівництва початковий ландшафт видозмінився:

1) природний біогеоценоз, представлений різнотравно – типчаково - ковильними і типчаково - ковильними степами змінився в агрикультурний злаково - лісополосний;

2) на схилах йде процес змиву і розмиву почво-грунтів;

3) у днищах долини річки і балках намивання осадів і відмирання русла;

4) будівництво ставків і водосховищ в долині річки сформували озерні, заболочені ділянки ландшафтів, а в зоні впливу підпертого рівня водосховищ відбувається злуговіння чорноземів і прояв сезонного вторинного засолення почво-грунтів;

5) з 1966 року з моменту створення НДЗС сформувався агромеліоративний ландшафт.

Рівень ґрунтових вод піднявся місцями до критичних глибин (1,5-3 м), що сприяло злуговінню почво-грунтів. Індекс перетворення ландшафтів 7,41-8 (сильно).

1.5 Сучасний рівень використання водних ресурсів

За даними [1] 96,5 % водозбору р.Барабой в даний час перебуває в зоні активної господарської діяльності (площа сільгоспугідь 53,6 тис га або 82% площі, орні землі 47,8 тис га або 89% усіх сільгоспугідь).

Площі сільгоспугідь скорочуються за рахунок посадки лісосмуг, виділення дачних ділянок, розвитку водно-вітрової ерозії, відчуження під приватне і промислове будівництво.

Водні ресурси використовуються інтенсивно – влаштовано десятки малих водойм, йде перекидання стоку р.Дністер на їх наповнення.

Басейн р.Барабой бідний на корисні копалини, нема джерел лікувальних мінеральних вод і грязей.

Основними водокористувачами є зрошення, рибництво, рекреація.

Умови, що визначають формування поверхневого стоку річки, є в цілому несприятливими. По своєму режиму р. Барабой відноситься до східноєвропейського типу. Живлення річки переважно снігове, дощове, перекидання стоку з р. Дністер. Гідрологічне вивчення режиму річки в цілому незадовільне – немає стаціонарних постів, відсутні багаторічні матеріали вивченості. Власний стік річки зарегульований значно. Загальна кількість ставків і водосховищ, регулюючих місцевий стік, за станом на 1.01.92 - 19 шт, сумарний об'єм 28,2 млн м³ (з урахуванням наливних дністровською водою Барабойського і Санжейського водосховищ).

Річка характеризується періодичним стоком під час сніготанення і випадіння зливових опадів. Загалом водність мала. Весняне водопілля проходить в лютому-березні, підйом проходить більш інтенсивно за спад, в квітні річка часто пересихає. Дощові опади формують нетривалі паводки. Восени проходить помітне зростання водності, в суворі зими Барабой на тривалих ділянках перемерзає до дна за виключенням водосховищ.

Водність Барабоя не вивчена, середньо багаторічна витрата води р. Барабой – нижче випадіння річки без назви у х. Бурковський на 65-у км від гирла оцінюється в 0,023 м³/с. У гирлі середньо багаторічна витрата становить 0,052 м³/с. Річка не дренує значних водоносних горизонтів, тож підземне живлення незначне.

Стік формується за рахунок поверхневих вод, тому нестійкий. Середньо багаторічний стік складає 4,93 км³, в маловодні роки 0,15-1,18 км³. Внутрішньорічний розподіл стоку представлений в табл. 1.1.

Через розораність та природні особливості водозбору на Барабої досить інтенсивно протікає ерозія, особливо у верхній частині. Але вміст зважених наносів у воді невеликий через зарегульованість, недостатнє зволоження і заростання русла. Показник твердого стоку для верхньої ділянки річки оцінюється в $0,92 \text{ т}/(\text{рік} \cdot \text{км}^2)$, для гирлової частини складає $0,83 \text{ т}/(\text{рік} \cdot \text{км}^2)$. Середньо багаторічна мутність оцінюється для верхньої і нижньої ділянки відповідно у 261 та 327 $\text{мг}/\text{дм}^3$. Заплава річки Барабой частково обвалована для захисту населених пунктів від підтоплення, також систематично проводиться механічна розчистка та поглиблення русла для покращення розумів протікання води в ньому.

Таблиця 1.1 – Внутрішньорічний розподіл стоку, % [1]

Водність року,	Місяці												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
р.Барабой – гирло													
50%	4	10	73	5	4,5	2,5	0	0	0	0	0	0	100
75%	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
95%	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100

2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО САНЖЕЙСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ

2.1 Основні відомості

Санжейське водосховище (рис 2.1) було споруджено в басейні р. Барабой і розташоване в Овідіопольському районі Одеської області, на північно-східній околиці с. Барабой, в 0,75 км на північ від автодороги Одеса - Овідіополь. Водойма сезонного регулювання стоку комплексного призначення (зрошення, рибориство, рекреація), руслового типу, наливна (наповнюється з НДЗС водою з Дністра), споруджена за проектом інституту «Укрпівдендінпроводгосп» (1976 р.). За водогосподарську експлуатацію водосховища відповідає Овідіопольське УВГ, гідрохімічні показники контролюються ОГГМЕ ООУВР, санітарний та епідеміологічний стан контролює Овідіопольська РСЕС. Водний об'єкт загальнодержавного значення (лист Держкомводгоспу України №551/9/11 від 8.02.2011). Ширина ПЗС 50 м [4].

Санжейське водосховище розташоване між селами Доброолександрівка і Барабой в нижній ділянці р.Барабой, нижче Барабойського водосховища. Водойма складається з хвостової та центральної частин (рис. 2.2-2.3), розділених ґрунтовою перемичкою. У хвостову частину поступає стік р.Барабой та скиди з меліоративної мережі 1 черги НДЗС. В нижньому б'єфі водосховища споруджено декілька невеликих приватних рибогосподарських ставків. Водосховище та вказані ставки використовуються, окрім зрошення, для рибориства і рекреації і перебувають в оренді (ЧП «Зачепа»).

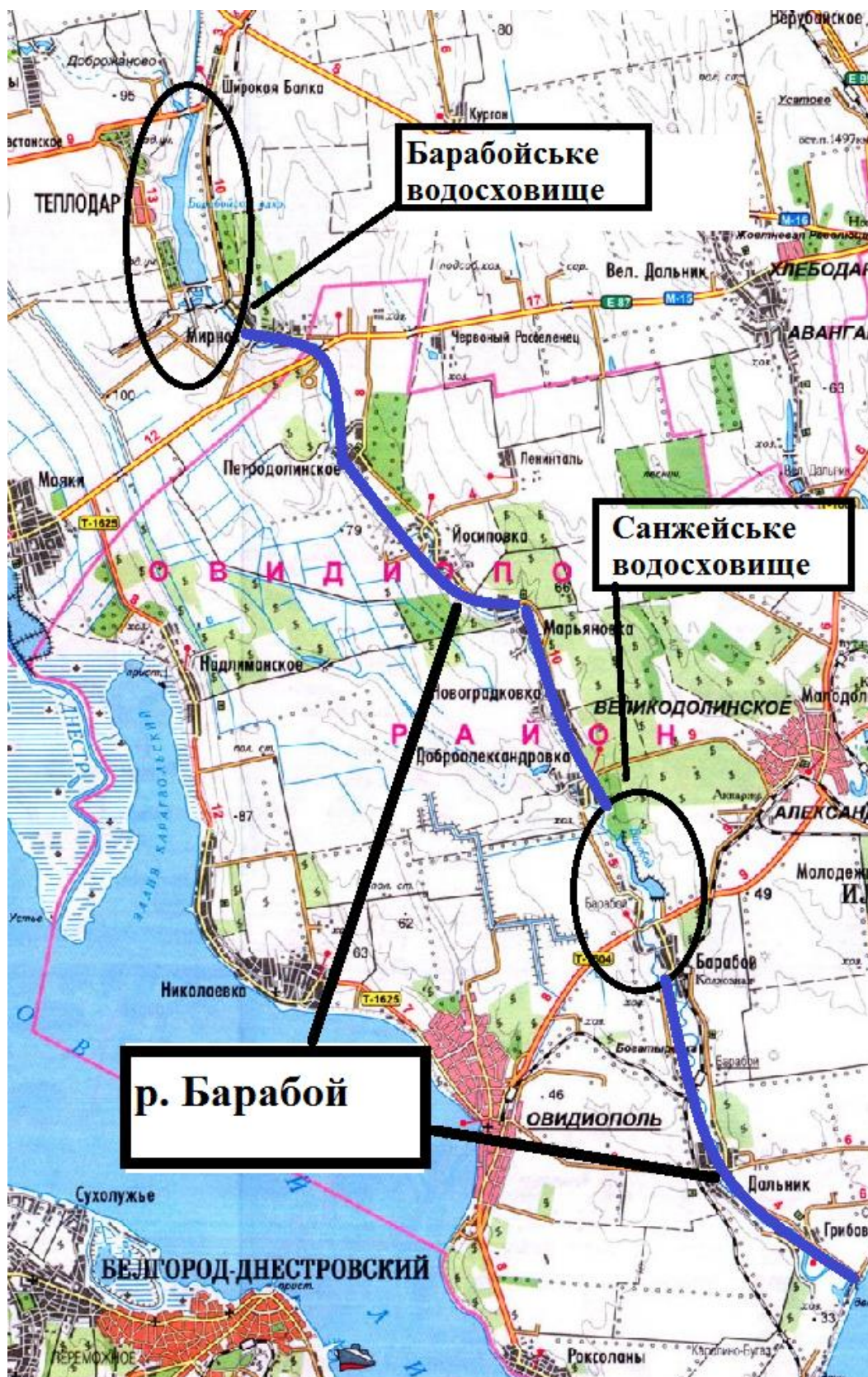


Рис. 2.1 – Схема розташування Санжейського водосховища в басейні р. Барабой

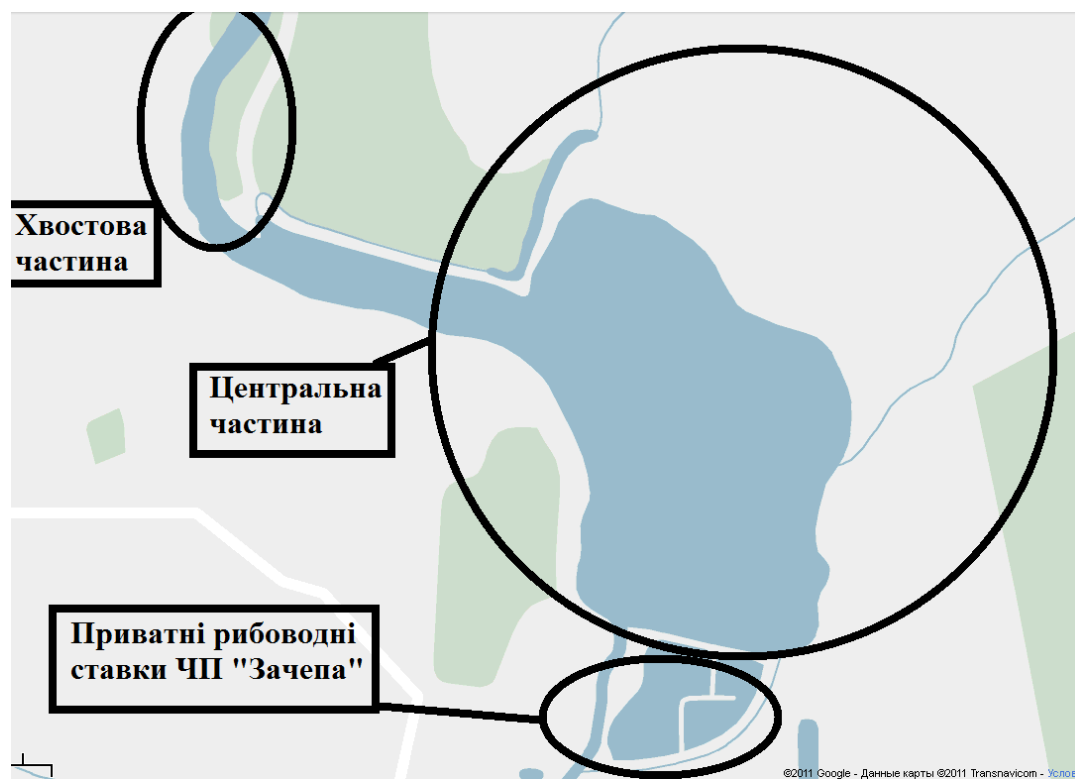


Рис 2.2 – Схема зонування Санжейського водосховища



Рис. 2.3 – Супутникова карта Санжейського водосховища

Санжейське водосховище входить до складу 1 черги НДЗС, яка була побудована в 1967 р. на площі 20 тис га (рис 2.4). Головна насосна станція ГНС забирає воду з Дністра і подає по двом ниткам напірного водоводу діаметром 1800 мм на відмітку 98 м в заспокійливо – регулюючий басейн витратою 11 м³/с, з нього самопливом в магістральний канал, який проходить по території зрошувального масиву. Напір ГНС-1 – 98 м. [5]

Спочатку магістральний канал був у земляному руслі, через деякий час його оздобили залізобетоном на півці. Із магістрального каналу МК-1 вода подається НС підкачки у зрошувальну внутрішньогосподарчу мережу. Канал проходить по водороздільному плато (на кордоні тераси), він має ухил і розділений б'єфами на ділянки, між б'єфами влаштовані перегороджуючі споруди – шлюзи регулятори з електроприводом і телекеруванням. При зупинках ГНС вода по ухилу перетікає з б'єфа у б'єф каналу і в ньому не лишається резерву для перерегулювання системи. Якщо ж залишати постійно працювати ГНС протягом доби, чого не запобігти через неприпустимість частих вмикань – вимикань двигунів агрегатів, то при відсутності водорозбору вода йде на скидання. Це відбувалось в перші роки експлуатації, потім в кінці каналу МК-1 було створене Санжейське водосховище, яке приймало технологічні скиди системи 1 черги.

Практика експлуатації водогосподарських об'єктів у світі показує, що недостатнє врахування їх впливу на довкілля призводить до негативних (інколи – незворотних) екологічних наслідків. Під час проектування зрошувальних систем головним чином виходили з необхідності отримання максимальної вигоди при мінімальних експлуатаційних витратах на побудову і обслуговування системи. Це було можливо за умови незначних витрат на електрику, необхідну для закачування води в систему. Зростання вартості енергоносіїв і засобів ведення сільського господарства призводить

до відповідного зростання виробничих витрат та зменшує прибутковість ведення зрошувального землеробства.

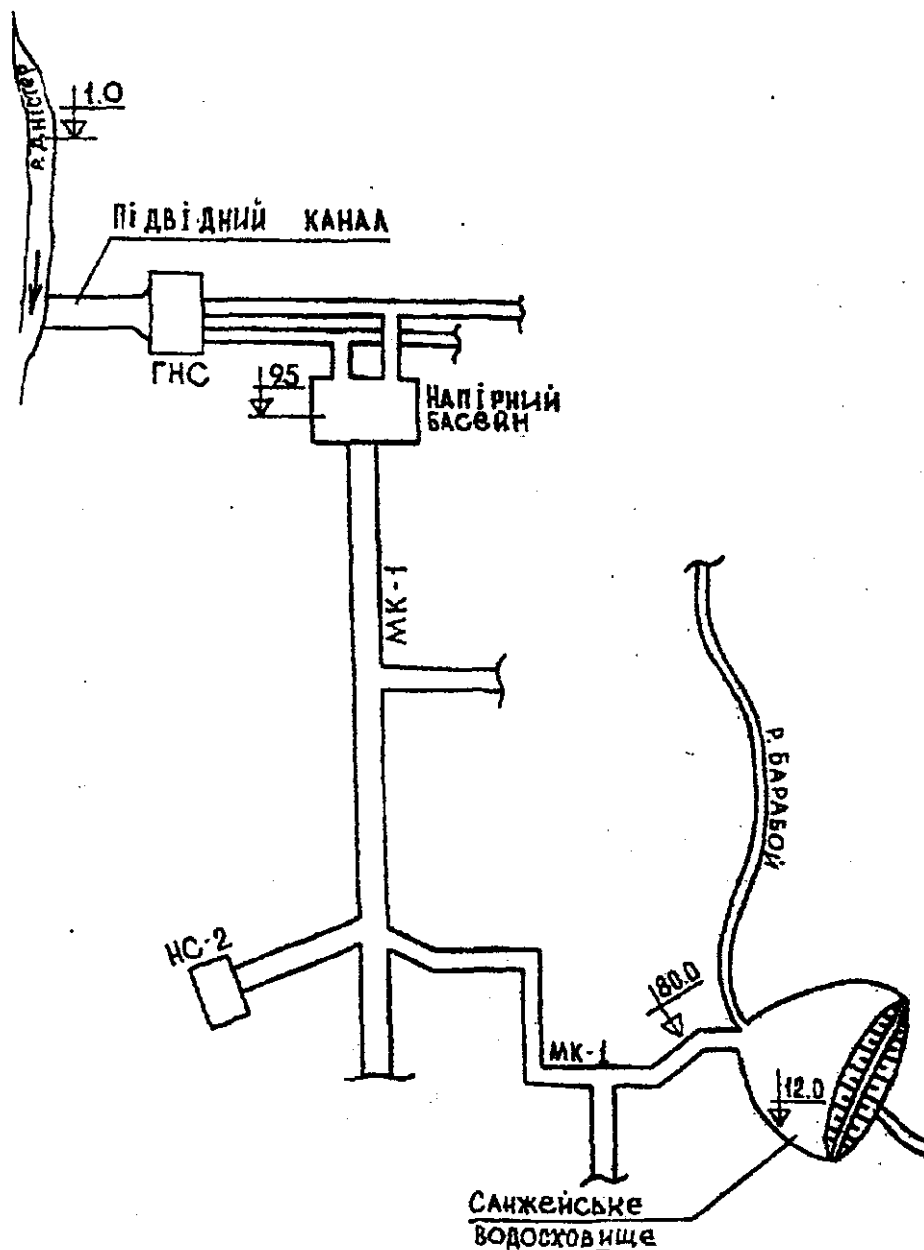


Рис. 2.4 – Схема 1 черги НДЗС [5].

В умовах недостатності державного фінансування дотацій сільгоспвиробникам на оплату електроенергії більшість фермерських господарств змушені були скоротити обсяги площ зрошення або проводити ретельні розрахунки рентабельності вирощування певних

культур на зрошенні. Наприклад, приміські господарства Одещини отримують воду з НДЗС, розрахованої на зрошення 36000 га земель. При вирощуванні ранньої розсади і овочів в теплицях потрібний незначний обсяг води для поливу. Для цього необхідно було вмикати ГНС (один агрегат потужністю $5\text{ м}^3/\text{с}$), подавати воду на висоту 100 м. Площа під ранні овочі і розсаду зазвичай становить не більше 500 га, а один працюючий агрегат ГНС розрахований на зрошення 10000 га. Тобто, марно буде витрачена велика кількість електрики і значні обсяги невикористаної вода змушено підуть на скид в кінцеве Санжейське водосховище. Проектні особливості НДЗС не дозволяють оперативно підлаштовувати її роботу під реальні вимоги водоспоживачів, що є великим недоліком. Саме тому НДЗС є дуже енергоємною. [5]

Хоча в роботі НДЗС застосовуються заходи з підвищення ККД (поєднання відкритих і закритих трубчатих зрошувальних мереж, орієнтація на дощування поливних площ, застосування широко захоплюючої дощувальної техніки) все ж недоліком системи є її висока енергоємність. Багаторічна практика експлуатації НДЗС показує, що система характеризується високою енергоємністю. Збудовані водосховища підживлюються мінералізованими ґрунтовими водами, що збільшує мінералізацію води в них і для забезпечення потрібної якості води в них вимагає постійної промивки шляхом підкачки свіжої води з Дністра.

2.2 Паспортні дані [4]

Паспортні дані Санжейського водосховища наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Головні параметри Санжейського водосховища

Показники		Центральна частина	Хвостова частина	Сумарно
Довжина, км		1,2	2,6	3,8
Ширина, м	Максимальна	540	95	540
	середня	400	73	177
Глибина, м	Максимальна	2,60	1,57	2,60
	середня	1,36	0,73	1,18
Площа дзеркала, га		48,1	19,15	67,25
Об'єм, тис м ³ (повний/корисний)		654/319	139,1/86,4	793,1/405,4
Довжина берегової лінії, км		8,25	5,25	13,5
Рівні води, м БС	НПР	11,5	11,5	11,5
	РМО	10,8	10,8	10,8
	ФПР	12,77	12,77	12,77

2.3 Основні гідрологічні характеристики водотоку [4]

Основні характеристики стоку р.Барабой та р.Дністер по окремим ділянкам наведені в табл. 2.2.

Срок замулення водосховища за проектом – 50 років. Фактичний об'єм замулення – 167 тис м³.

Весняне водопілля на р.Барабой проходить 15 діб з лютого по квітень, об'єм стоку весняного водопілля р.Барабой забезпеченістю $P=1\%$ 22,5; 5% - 14,7; 10% - 11,2 млн.м³.

Таблиця 2.2 – Основні гідрографічні характеристики водотоку

Площа водозбірного басейну в створі гідровузла, км ²	Характер живлення водотоку	Об'єм річного стоку, млн. м ³ , забезпеченістю				Період спостережень	Період водопілля
		норма	50%	75%	95%		
виток-Барабойське водосховище							
340	Снігове, дощове, ґрунтове	2,574	1,674	0,620	0,078	Нема	II-IV
Барабойське водосховище – Санжейське водосховище							
208	Снігове, дощове, ґрунтове	1,574	1,008	0,379	0,048	Нема	II-IV
Санжейське водосховище – гирло							
104	Снігове, дощове, ґрунтове	0,787	0,504	0,19	0,024	Нема	II-IV
всього р. Барабой							
652	Снігове, дощове, ґрунтове	4,935	3,159	1,189	0,15	Нема	II-IV
р.Дністер							
72100	Снігове, дощове, ґрунтове	<u>Річний 9910</u> За водопілля 2809				з 1901 року	III-V

2.4 Характеристика гідротехнічних споруд [4]

Санжейське водосховище входить в склад 1-й черги НДЗС. Наповнення водосховища проводиться по наступному тракту: ГНС НДЗС,

регулюючий басейн РБ-1, магістральний канал МК-1, канал МК, канали МС-3, МС-4.

До складу гідротехнічних споруд Санжейського водосховища входять: дамба, подаючий канал, захисна гребля, водоскид, водовипуск, водозабірна насосна станція (площа відведення 1,11 га), скидна насосна станція, захисні споруди, переїзд, на балансі Овідіопольського УВГ. Всі споруди побудовані за проектом інституту «Укргіпрпроводхоз»

Гідровузол відноситься до IV класу.

Водоскидні споруди Санжейського водосховища складаються з паводкового і донного водоскидів, які розраховані на витрату води 4,6 і 134 м³/с відповідно.

Для Санжейського водосховища встановлені нормативні рівні:

- максимальний (форсований) - 12,77 м. абс;
- мінімальний (рівень мертвого об'єму) - 10,80 м. абс;
- нормальний в створі підпору - 11,50 м. абс.

Режим роботи водосховища повинен передбачати: зміну показників якості води в межах ГДК; безпеку ГТС, населення, господарств в прибережній зоні; оптимальний порядок забезпечення водою водоспоживачів і водокористувачів.

Оптимальний режим експлуатації водосховища:

- лютий-березень – перед поливний водообмін для водопідготовки (спеціальний водообмінний цикл) з пониженням відмітки води до РМО 10,8 м. абс. з подальшим поверненням на відмітку НІР 11,50 м.абс. до початку поливного сезону;

- березень - жовтень - підтримка рівня води на відмітках НІР через забір води з р. Дністер через ГНС НДЗС на наповнення безпосередньо водосховища і поточного забезпечення подачі води на зрошування (по заявках водоспоживачів);

- жовтень – природне спрацювання водосховища, скидання за наявності надлишків в цілях водообміну до відмітки РМО;

- листопад-січень - природне наповнення і робота водосховища на відмітці НПР 11,5 м абс. для поліпшення умов зимівлі риби.

В маловодні періоди зниження рівня у водоймищі нижче мінімального допускається у виняткових випадках. Розподіл водних ресурсів повинен здійснюється раціонально, з мінімальними втратами для водокористувачів.

Рівневий режим водосховища повинен забезпечувати безаварійну експлуатацію, вимоги водокористувачів і водоспоживачів, залежить від пори року.

В зимовий період добові амплітуди коливання рівнів не повинні викликати руйнування крижаного покритву.

Для дотримання інтересів рибного господарства в зимовий час водосховище експлуатується на рівні НПР 11,5 м. В перед паводочний період спрацювання повинно бути плавним, на 25-35 см/добу. В період нересту риби (квітень-червень) зміна рівнів водосховища не повинна перевищувати 1-3 см/добу, в решту пори року коливання рівнів не повинне перевищувати 20-25 см/добу.

Режим нормальної експлуатації водосховища передбачає досягнення мінімально можливої величини мінералізації (при існуючих в даний час ГТС). При виникненні надлишків водних ресурсів проводиться їх автоматичне скидання в нижній б'єф.

Для підтримки оптимального гідрохімічного складу води у водосховищі проводяться спеціальні попуски. Попуск призначається щорічно в період природної весняної повені (перехід температури через 0 градусів в кінці лютого - початку березня), а у разі наявності льодоставу проводиться після руйнування льодового покритву.

Водообмінний попуск здійснюється за рахунок перекидання стоку з р.Дністер, його об'єми, у тому числі витрати на електроенергію, закладаються при розробці диспетчерських графіків експлуатації на майбутній рік.

Одночасно щорічний спеціальний попуск є природоохоронним, оскільки проводиться в терміни настання природної повені і компенсує його у разі відсутності природної повені.

Фактично водообмінний попуск гарантує створення весняної вододільної хвилі, у тому числі, якщо фактичні природні умови в даному році не дають утворення такої (весняна повінь в Причорноморському гідрологічному регіоні спостерігається менш, чим в 50% років).

Попуск проводиться через донний водовипуск.

Скидання надлишків води через водоскид автоматичної дії, постійні втрати (в т.ч фільтрація) води з верхнього в нижній б'єф водосховища також є попусками.

Мінімальний об'єм водообмінного попуска складає 433,0 тис.м³. Санітарний попуск, відповідно до СанПіН № № 4630 - 1988, рівний 0 (як щомісячна витрата 95% забезпеченості і з урахуванням відсутності випусків стічних вод нижче за дамбу водосховища).

Екологічне значення попусків полягає в забезпеченні щорічного водообміну і обводнення водосховища і нижньої ділянки р.Барабой.

Спеціальні попуски проводяться в об'ємах року 75% забезпеченості не менше 1,2 млн. м³ залежно від водності року (при здійсненні підкачки).

При необхідності можуть бути організовані додаткові спеціальні попуски.

Для забезпечення іригаційної якості води (згідно ДСТУ 2730-94 «Якість води для зрошування. Агрономічні критерії») проводиться періодичне наповнення Санжейського водосховища в поливний період

шляхом перекидання стоку з р. Дністер. В предполивний період проводиться початкова промивка дністровською водою (10-15 діб). Початок поливного сезону - 15 квітня.

Порядок роботи водосховища в підготовчий предполивний період наступний:

- спрацювання водосховища (спеціальний попуск) води через донний водовипуск витратою біля $2\text{ м}^3/\text{с}$ протягом 2-3 діб в об'ємі 345,6 тис м^3 за відсутності подачі з досягненням РМО 10,8 м абс. і дотриманням інтенсивності рекомендованого рівня спрацювання не більше 25-35 см в добу;

- промивка (одночасна робота на поповнення і на скидання) урівноваженою витратою близько $2\text{ м}^3/\text{с}$ протягом 5 діб в об'ємі 1 млн. м^3 при підтримці мінімального рівня води у водосховищі (РМО 10,8 м абс, середня глибина в центральній частині 0,9 м, максимальна 1,9 м);

- наповнення водосховища з р.Дністер з подачею води в об'ємі близько 400 тис м^3 , до горизонту НПР 11,5 м абс за 3-4 доби при повному припиненні скидання води в нижній б'єф.

При такому режимі об'єм водообмінного попуску складе близько 1,2 млн м^3 а мінералізація води стійко знизиться до $1\text{ г}/\text{дм}^3$.

Головними водоспоживачами і водокористувачами Санжейського водосховища є: зрошування, риборозведення, рекреація.

Водопостачання - питне і промислове водопостачання з Санжейського водосховища не здійснюється.

Зрошування і обводнення земель є основним водоспоживачем і характеризується нерівномірним режимом водоспоживання води.

Вимоги зрошування до режиму роботи водосховища:

- безперебійне водопостачання відповідно до заявок і графіка поливів у вегетаційний період;

- забезпечення якості води відповідно до ДСТУ 2730-94 «Якість води для зрошування. Агрономічні критерії», ВНД 335.5-02-97 «Якість води для зрошування. Екологічні критерії»;

- забезпечення рівня води, що гарантує безперебійну роботу вкосів (відмітка верху 9,3 м) насосної станції НСП-24.

Підвішена площа зрошування складає 4756 га, фактично на 2011 рік поливається 3525,4 га.

Основними водоспоживачами на 2011 р. є: ДП СП ім.Трофимова (1537 га) і ТОВ «Злагода» (951 га). Всі зрошувані площі відносяться до 1-ї черги НДЗС.

Проектний річний об'єм водозабору для підвішеної площі 4756 га в умовах року 75% забезпеченості при середній проектній зрошувальній нормі $3500\text{м}^3/\text{га}$ складає 16,649 млн м^3 .

В умовах року 75% забезпеченості на фактично заявлену площу 3525,4 га при середній зрошувальній нормі необхідно подати 12,34 млн. м^3 . Фактичні показники на 2011 рік (площа зрошування 3225,4 га, 5,313 млн. м^3) дають фактичну зрошувальну норму $1647\text{ м}^3/\text{га}$ або 47% від середньої зрошувальної норми.

Рибне господарство. Санжейське водосховище може використовуватися для товарного рибництва, любительського і спортивного рибальства. Відомості про фактичну рибопродуктивність відсутні. У видовий склад риб входять наступні види: окунь, щука, верховодка, карась, а також об'єкти зарибнення - короп білий і строкатий товстолобик.

Вимоги рибного господарства до режиму роботи водосховища:

- в період нересту риби не допускається перевищення інтенсивності спрацювання рівня більше 1 см в добу при спрацюванні і 3 см в добу при наповненні;

- в зимовий період при спрацюванні водосховища повинна бути забезпечена площа 10-15% від площі всього водоймища з непромерзаючою глибиною не менше 0.8-1,3 м (рівень не нижче 10,8 м).

Товарне рибництво, яке здійснюється у водосховищі, вимагає підтримки оптимального режиму рівнів, що забезпечує природне відтворення риби, також для забезпечення природного нересту водоємної іхтіофауни.

Рекреація. Умови загального водокористування встановлюються, згідно ст.47 ВКУ Овідіопольською районною порадою. Санжейське водосховище використовується місцевим населенням для рекреації. Установи тривалого відпочинку відсутні. Кількість людей, які використовують водосховище для неорганізованого відпочинку, не визначена.

Заповідники - заповідників в зоні впливу Санжейського водосховища немає.

Водогосподарський баланс водосховища має прибуткову і витратну частини.

Прибуткову частину складають: приток води з власної водозбірної площі, обмеженої створом дамби Санжейського водосховища в об'ємі умов маловодного року 75% забезпеченості; фільтраційні втрати і попуски з Барабойського водосховища; атмосферні опади на дзеркало водоймища; примусова подача дністровської води через ГНС НДЗС; приток скидних вод СООО «Петродолінське» і військової частини В-6282.

Витратну частину балансу складають: забір води з водосховища на зрошення, скидання з метою поліпшення водообміну, втрати на випаровування з водного дзеркала водосховища і втрати на фільтрацію.

Таким чином, при будь-яких варіантах частка перекидання стоку з р.Дністер складає 87,7 - 95,4 % від прибуткової частини балансу, а частка стоку р.Барабой - 1,5-2% від прибуткової частини балансу.

2.5 Загальна характеристика впливу Санжейського водосховища на режим р.Барабой

Гідротехнічне будівництво спричиняє позитивні і негативні наслідки. Основні фактори, які впливають на водні об'єкти при гідротехнічному будівництві, є водний режим, гідродинамічні та морфометричні характеристики, термічний режим, а також об'єм та вміст різних речовин, що надходять з водами, які охолоджують теплові та атомні енергооб'єкти. Вони діють на абіотичні параметри та біоту водних екосистем, спричиняючи гідрофізичні, гідрохімічні та гідробіологічні зміни, дуже впливаючи на процеси, що визначають якість води та біопродуктивність.

Наслідки впливу водосховища на екосистему річки можна поділити на такі групи [6]:

1. морфометричні параметри (зміна обрисів і протяжності берегової лінії; перерозподіл глибин; зміна площі водного дзеркала);

2. гідрофізичні параметри (зміна водності; перерозподіл водного стоку в часі та просторі; зміна швидкості течії; зміна гідродинамічного режиму по вертикалі та площі акваторії; зміна водообміну; зміна термічного режиму);

3. гідрохімічні параметри (зміна загальної мінералізації та іонного вмісту; зміна газового (кисневого) режиму; збільшення вмісту органічних та біогенних речовин; зменшення вмісту таких біогенних речовин, як фосфор та залізо, за рахунок седиментації);

4. токсико-екологічні та радіоекологічні параметри (збільшення вмісту важких металів, пестицидів, радіонуклідів; зміна режиму трансформації та міграції токсикантів в екосистемах; збільшення індексів біотестів);

5. гідробіологічні та біопродуктивні параметри (зміна складу флори та фауни гідробіонтів; зникнення рідкісних та цікавих видів; зменшення кількості (майже до повного зникнення) важливих господарських видів; розвиток шкідливих видів, які викликають біологічні проблеми, захворювання промислових тварин та людини; зміна складу гідробіоценозів; деградація суспільств гідробіонтів; зменшення біопродуктивності; погіршення рибогосподарського використання водойм, умов нересту цінних видів риби, їх кормової бази, складу промислових стад; збільшення біологічного забруднення; поява «цвітіння» води, обростання схилів каналів, заростання та заболочування водоймищ та водотоків; погіршення умов деструкції органічної речовини та самоочищення; порушення балансу продукційно-деструкційних процесів);

6. параметри якості води (зміна загальної мінералізації та іонного вмісту; зниження вмісту розчиненого кисню; збільшення мутності, концентрації завислих речовин; збільшення pH ; збільшення концентрації органічної речовини; поява багатої біомаси фітопланктону («цвітіння» води); погіршення бактеріологічних показників загальної чисельності сапрофітних бактерій, бактерій групи кишкової палички; наявність фенолів, що утворюються при розкладанні фітогенного чи органічного матеріалу; збільшення гідробіологічних індексів; збільшення кольоровості води; поява токсинів синьо-зелених водоростей).

Штучне регулювання русла річок впливає на їх водний режим як вище, так і нижче греблі; змінюється об'єм стоку, його розподіл в часі, швидкість течії, розподіл потоку за поперечним та поздовжнім профілем водного об'єкта. Ці зміни гідрофізичних та морфометричних факторів дуже впливають на структурно-функціональні характеристики суспільств гідробіонтів, процеси біологічного самоочищення та забруднення, що призводить до зміни показників якості води, біопродуктивності, а, виходячи з цього, і умов господарського використання річок

3 АНАЛІЗ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ В СТАНЦІЯХ ВИЩЕ І НИЖЧЕ САНЖЕЙСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Для вирішення поставлених задач по з'ясуванню можливого впливу Санжейського водосховища на якість вод р.Барабой протягом 2009– 2017 рр. епізодично проводились гідрохімічні спостереження в двох створах кафедрою гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ експедиційно, під час навчальних практик з гідроекології. Створи розташовані вище і нижче водосховища в межах с.Доброолександрівка і Барабой відповідно. Карта – схема, опис станцій спостережень представлені на рис 3.1 і в табл. 3.1. Всього було здійснено 13 сезонних обстежень. Визначався 31 показник за стандартними методиками [7-9]. Нижче буде проаналізовано отримані гідрохімічні показники за даними кафедри гідроекології ОДЕКУ (по станціям).

Таблиця 3.1 – Станції гідрохімічних спостережень Санжейського водосховища (дані кафедри гідроекології ОДЕКУ)

Станція	Місцерозташування	Координати GPS (WGS 84)	
		Географічна широта	Географічна довгота
12	р. Барабой– с.Доброолександрівка, а/м мост на північній околиці села, поворот траси на Великодолинське	46°20'28,3"	30°29'16,1"
15	р. Барабой – с. Барабой 0,5 км вище с. Барабой, створ а/д моста траси Одеса-Овидіополь	46°17'42,1"	30°30'10,3"



Рис 3.1 – Схема розташування станцій гідрохімічних робіт вище і нижче Санжейського водосховища в басейні р.Барабой (дані ОДЕКУ)

Аналіз основних фізико-хімічних показників вод в створах контролю (табл. А.1 додатку А) показав, що Санжейське водосховище сприяє освітленню води р.Барабой, що виражається у збільшенні прозорості. Так, 5.03.2017 р. вище водойми прозорість була 35 см, добою пізніше нижче водойми прозорість складала більше 42 см. В той же час істотного впливу на мутність води водойма не справляє. Колір води по шкалі відповідає зеленому, жовтому. Кольоровість води змінюється незначно. За показником рН вода має нейтральну або слабо лужну реакцію.

Органолептичні показники вод річки Барабой вище і нижче Санжейського водосховища (табл. А.2 додатку А) незначно змінюються. Так, запах води буває різного характеру, інтенсивністю до 4 балів. Смак води нижче водойми більш інтенсивний, до 4 балів. В обох створах вода лишається задовільною по вмісту в ній легкоокислюваної органіки (стабільність переважно більше 80%, пінистість і загнивання негативні).

Дуже важливим є аналіз показників кисневого режиму води р.Барабой вище і нижче Санжейського водосховища через те, що в ньому активно «працюють» планктон, макрофіти в якості продуцентів і бактерії з тваринами в якості редуцентів органіки. За отриманими даними вимірювань (табл. А.3 додатку А) абсолютний вміст кисню у воді нижче водойми відчутно знижується, так наприклад, 5 березня вміст кисню у воді вище водойми був $29,9 \text{ мг/дм}^3$, а добою пізніше знизився вдвічі до $15,6 \text{ мг/дм}^3$. А інколи, а саме 8 жовтня 2009 р., 18 квітня 2011 р. концентрація кисню у воді нижче водосховища знижувалась критично навіть до 1 мг/дм^3 . Тобто, фіксувались заморні явища. Натомість, показник БСК₅ нижче водосховища зменшувався. Тобто, можна зробити висновок, що у водоймі при попаданні в неї великої кількості органічних і можливо забруднюючих речовин зі стоком річки самоочисні властивості працюють, хоча і на межі можливого, зважаючи на замори.

До головних іонів належать іони кальцію, магнію, натрію, калію, хлоридів, гідрокарбонатів, сульфатів. Співвідношення головних іонів у воді Санжейського водосховища здебільшого визначається характером іонного складу стоку р.Барабой та р.Дністер, що його живлять. Аналіз виміряних концентрацій головних іонів (табл. А.4 додатку А) показує, що при проходженні через Санжейське водосховище загальна твердість і вміст головних іонів зазнають невеликих змін.

Мінералізація води р.Барабой на вході і на виході з Санжейського водосховища змінюється незначно і може як збільшуватись, так і зменшуватись. Так само поводить себе і валовий вміст органічних речовин. Це обумовлено характером водного балансу, акумуляцією вод різних генетичних категорій і водосховищі (табл. А.5, додаток А).

Щодо вмісту у воді вище і нижче Санжейського водосховища біогенних сполук (табл. А.6, додаток А) можна побачити, що на суміжні дати знижується вміст нітратів, фосфатів а от вміст нітритів і амонію може

як зростати, так і зменшуватись. У воді іноді виявлені високі концентрації азоту нітратного і амонійного.

Мікробіологічні і токсикологічні показники вод вище і нижче Санжейського водосховища досліджувались протягом 2011-2017 рр. Отримані результати (табл. А.7 додатку А) свідчать, що на суміжні дати нижче водойми зростають показники хронічної токсичності води, гостра токсичність переважно зменшується. Вміст сапрофітних бактерій у воді нижче водосховища переважно зростає.

4. ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

4.1 Опис робочих методик [9-11]

Метод КІЗ дозволяє класифікувати якість води за повторюваністю і кратністю забруднення окремими гідрохімічними показниками, виділити пріоритетні забруднювальні речовини. Метод передбачає здійснення оцінки комплексності забруднення води в створі за допомогою умовного коефіцієнта комплексності, вираженого відношенням числа забруднювальних речовин, вміст яких перевищує функціонуючі в країні нормативи, до загального числа інгредієнтів, визначених програмою дослідження

$$K = 100 \cdot \frac{n'}{n}, \quad (4.1)$$

де K – умовний коефіцієнт комплексності забруднення, %;

n' – число інгредієнтів і показників якості води, склад яких перевищує встановлені ГДК;

n – загальне число нормованих інгредієнтів і показників якості води.

Використання методу КІЗ з метою встановлення рівня якості води водних об'єктів передбачає проведення триступеневої класифікації:

за ознаками повторюваності випадків забруднення;

за кратністю перевищення нормативів ГДК;

за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами.

Класифікація за ознаками повторюваності випадків забруднення полягає у встановленні міри стійкості забрудненості за показником

повторюваності випадків перевищення ГДК за певними гідрохімічними інгредієнтами

$$H_i = 100 \cdot \frac{N_{ГДК_i}}{N_i}, \quad (4.2)$$

де H_i – повторюваність випадків перевищення ГДК по i -му інгредієнту, %;

$N_{ГДК_i}$ – число випадків, коли вміст i -го інгредієнта перевищує його ГДК;

N_i – загальне число результатів аналізу по i -му інгредієнту.

При аналізі забрудненості вод за ознаками повторюваності виділяються як якісно помітні такі характеристики забрудненості: «одинична» (до 10% випадків), «нестійка» (10-30% випадків), «стійка» (30-50% випадків), «характерна» (50-100% випадків). Якісним виразам виділених характеристик забрудненості води присвоюються кількісні показники (a, b, c, d) в балах від 1 до 4.

Класифікація за кратністю перевищення нормативів ГДК передбачає встановлення рівня забрудненості за показником кратності перевищення ГДК

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, \quad (4.3)$$

де K_i – кратність перевищення ГДК по i -му інгредієнту;

C_i – концентрація i -го інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/дм³;

$C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація i -го інгредієнта, мг/дм³.

При аналізі загального ступеня забрудненості вод за показником кратності перевищення ГДК за рівнем забрудненості окремими речовинами виділяються як якісно помітні такі характеристики забрудненості: «низька» (до 2 ГДК), «середня» (2-10 ГДК), «висока» (10-50 ГДК), «дуже висока» (>50 ГДК). Якісним виразам виділених характеристик забрудненості води присвоюються кількісні показники (a_1, b_1, c_1, d_1) в балах від 1 до 4.

При поєднанні першого та другого ступенів класифікації води по кожному з гідрохімічних інгредієнтів визначаються узагальнені оцінні бали (S_i), одержані як добуток оцінок (a, b, c, d) та (a_1, b_1, c_1, d_1) за окремими характеристиками. Значення S_i може становити від 1 до 16 – чим більша величина S_i , тим гірша якість води по окремому інгредієнту (табл. 4.1).

Класифікація за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами полягає в узагальненні даних по окремих гідрохімічних показниках. Для цього обчислюється показник КІЗ (комбінаторний індекс забрудненості) шляхом додавання всіх узагальнених оцінних балів (S_i) по окремих гідрохімічних показниках. При цьому ті гідрохімічні показники, для яких узагальнений оцінний бал $S_i \geq 11$ вважаються лімітуючими ознаками забруднення (ЛОЗ), тобто вони виступають найбільшими забруднювальними речовинами і погіршують якість води до категорії «неприпустимо брудна».

Надалі розраховується показник осередненої забрудненості – питомий комбінаторний індекс забруднення (ПКІЗ). За цим показником встановлюється клас і розряд якості води («слабко забруднена», «забруднена», «брудна», «дуже брудна») та здійснюється висновок щодо придатності води для певного виду водокористування (табл. 4.2, 4.3).

Таблиця 4.1 – Оцінки забрудненості води окремими показниками

№ п/п	Комплексна характеристика стану забрудненості води водотоку	Загальні оцінні бали S_i		Характеристика якості води водотоку
		Виражені умовно	Абсолютні значення	
1	Одинична забрудненість низького рівня	$a \times a_1$	1	Слабо забруднена
2	Одинична забрудненість середнього рівня	$a \times b_1$	2	Забруднена
3	Одинична забрудненість високого рівня	$a \times c_1$	3	Брудна
4	Одинична забрудненість дуже високого рівня	$a \times d_1$	4	Брудна
5	Нестійка забрудненість низького рівня	$b \times a_1$	2	Забруднена
6	Нестійка забрудненість середнього рівня	$b \times b_1$	4	Брудна
7	Нестійка забрудненість високого рівня	$b \times c_1$	6	Дуже брудна
8	Нестійка забрудненість дуже високого рівня	$b \times d_1$	8	Дуже брудна
9	Стійка забрудненість низького рівня	$c \times a_1$	3	Брудна
10	Стійка забрудненість середнього рівня	$c \times b_1$	6	Дуже брудна
11	Стійка забрудненість високого рівня	$c \times c_1$	9	Дуже брудна
12	Стійка забрудненість дуже високого рівня	$c \times d_1$	12	Неприпустимо брудна
13	Характерна забрудненість низького рівня	$d \times a_1$	4	Брудна
14	Характерна забрудненість середнього рівня	$d \times b_1$	8	Дуже брудна
15	Характерна забрудненість високого рівня	$d \times c_1$	12	Неприпустимо брудна
16	Характерна забрудненість дуже високого рівня	$d \times d_1$	16	Неприпустимо брудна

Таблиця 4.2 – Класифікація якості води водостоків за величиною КІЗ

Клас якості вод	Розряд класу якості вод	Характеристика стану забрудненості води	Величина комбінаторного індексу забрудненості (КІЗ)					
			без врахування ЛОЗ	З врахуванням ЛОЗ				
				1 ЛОЗ	2 ЛОЗ	3 ЛОЗ	4 ЛОЗ	5 ЛОЗ
I	—	слабко забруднена	[0;1n]	[0; 0,9n]	[0; 0,8n]	[0;0,7n]	[0;0,6 n]	[0;0,5n]
II	—	забруднена	(1n; 2n]	(0,9n; 1,8n]	(0,8n; 1,6n]	(0,7n; 1,4n]	(0,6n;1,2n]	(0,5n; 1,0n]
III	розряд а)	брудна	(2n; 3n]	(1,8n; 2,7n]	(1,6n; 2,4n]	(1,4n; 2,1n]	(1,2n;1,8n]	(1,0n; 1,5n]
III	розряд б)	брудна	(3n; 4n]	(2,7n; 3,6n]	(2,4n; 3,2n]	(2,1n; 2,8n]	(1,8n;2,4n]	(1,5n; 2,0n]
IV	розряд а)	дуже брудна	(4n; 6n]	(3,6n; 5,4n]	(3,2n; 4,8n]	(2,8n; 4,2n]	(2,4n;3,6n]	(2,0n; 3,0n]
IV	розряд б)	дуже брудна	(6n ; 8n]	(5,4n; 7,2n]	(4,8n; 6,4n]	(4,2n; 5,6n]	(3,6n;4,8n]	(3,0n; 4,0n]
IV	розряд в)	дуже брудна	(8n; 10n]	(7,2n; 9,0n]	(6,4n; 8,0n]	(5,6n; 7,0n]	(4,8n;6,0n]	(4,0n; 5,0n]
IV	розряд г)	Дуже брудна	(10n; 11n]	(9,0n; 9,9n]	(8,0n; 8,8n]	(7,0n; 7,7n]	(6,0n;6,6n]	(5,0n; 5,5n]

Таблиця 4.3 – Вплив забруднення на можливість використання води водотоків

Стан води водотоків	Види водокористування					
	господарсько-питне	рекреація	побутове	рибне господарство	промисловість	зрошення
Слабко забруднена	Придатна з очисткою	Використовується	Придатна	Придатна для деяких видів риб	Придатна для всіх видів	Придатна
Забруднена	Не придатна	Не придатна	Не придатна	Непридатна	Ускладнено	Придатна з обмеженнями
Брудна	Не придатна	Взагалі непридатна	Не придатна	Непридатна	Можливо для спеціальних цілей після очистки	Ускладнено
Дуже брудна	Не придатна	Не використовується	Взагалі неможливо	Неможливо	Можливо в окремих випадках	Можливо в окремих випадках

Методика екологічної оцінки якості води дозволяє здійснити екологічну оцінку якості води – одержати інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища людини. Характеристика якості поверхневих вод дається на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Класифікація включає широкий набір показників, які відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем.

Застосування методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями дає змогу оцінити тенденції зміни якості поверхневих вод суші та естуаріїв України в часі і просторі, визначити вплив антропогенного навантаження на екосистеми водних об'єктів, оцінити зміни стану водних ресурсів, вирішити економічні і соціальні питання, пов'язані із забезпеченням охорони довкілля, планувати і здійснювати водоохоронні заходи та оцінювати їх ефективність.

Згідно методики, встановлено п'ять класів і сім категорій якості вод.

Процедура виконання екологічної оцінки складається з таких етапів:

етап групування і обробки вихідних даних в межах трьох блоків (блоку сольового складу, блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блоку показників вмісту і біологічної дії специфічних речовин);

етап визначення класів і категорій якості води за окремими показниками (середні і найгірші значення кожного показника зіставляються з відповідними критеріями якості води, визначаються категорії 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 класів і категорій) для водного об'єкта за певний період спостережень.

Методика екологічної оцінки якості води передбачає розрахунок в межах трьох блоків середніх і найгірших значень для трьох блокових індексів якості води, а саме: для індексу компонентів сольового складу ($I_{1\text{сер}}$, $I_{1\text{макс}}$), для трофо-сапробіологічного індексу ($I_{2\text{сер}}$, $I_{2\text{макс}}$), для індексу показників токсичної і радіаційної дії ($I_{3\text{сер}}$, $I_{3\text{макс}}$). На заключному етапі здійснюється обчислення інтегрального (екологічного) індексу (I_e) за формулою

$$I_e = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3}, \quad (4.4)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу;

I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

4.2 Аналіз отриманих результатів

За методикою КІЗ було оцінено якість води р.Барабой вище і нижче Санжейського водосховища для рибогосподарських потреб. Розрахунок проводився по 12 речовинам: розчинений кисень, БСК, сухий залишок, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфор фосфатів, кальцій, магній, натрій-калій, сульфати, хлориди. В табл. Б.1 додатку Б наведені докладні результати оцінки якості води по окремим станціям. Можна побачити, що кратність перевищення ГДК відзначається по більшості показників, найбільше виявлене перевищення по азоту нітратному (вище водойми до 54,5 ГДК, нижче – до 58 ГДК) і азоту амонійному (вище водойми – до 101 ГДК, нижче – до 74 ГДК).

Статистичне узагальнення результатів оцінки якості води в таблиці Б.2 додатку Б показало наступне.

Було отримано, що у створі р.Барабой – с.Доброолександрівка, тобто вище Санжейського водосховища, з 12 показників для 10 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 83%. По окремим показникам якість води характеризується так: по розчиненому кисню, фосфатам – «слабо забруднена»; по нітратам – «забруднена»; по кальцію, натрію-калію, сульфатам, хлоридам – «брудна»; по БСК, мінералізації, магнію – «дуже брудна»; найбільшими забруднювачами є азот нітритний і амонійний, за вмістом яких фіксується «характерна забрудненість високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 5,58 балів, що відповідає класу IV б) («дуже брудна»).

В створі р.Барабой – с.Барабой, тобто, нижче Санжейського водосховища, з 12 показників для 9 були випадки перевищення ГДК, тому комплексність забруднення склала 75%. По окремим показникам якість води характеризується так: фосфати, натрій-калій, сульфати – слабо забруднена, по розчиненому кисню, нітратам - забруднена; по БСК, кальцію, хлоридам – брудна; по мінералізації, магнію – дуже брудна; найбільшими забруднювачами є азот нітритний і амонійний, за вмістом яких фіксується «характерна забрудненість високого рівня» і вода оцінюється як «неприпустимо брудна». Сумарна забрудненість води відповідає показнику ПКІЗ 4,92 бали, що відповідає класу IV б) («дуже брудна»).

Порівняння отриманих даних в таблиці Б.3 додатку Б показує, що нижче Санжейського водосховища забрудненість вод р.Барабой знижується на 12%, що проявляється в зменшенні показника ПКІЗ з 5,58 на вході до 4,92 на виході з водосховища. При цьому комплексність забруднення знижується з 83 до 75 %, сумарне забруднення по КІЗ – з 67

до 59 балів, клас якості і найбільші забруднюючі речовини лишаються без змін. Таким чином, можна зробити висновок, що Санжейське водосховище сприяє незначному поліпшенню якості вод р.Барабой в нижній її течії, однак, загальний рівень забруднення річки надто високий, тож радикальної самоочистки води не відбувається. Також треба врахувати, що Санжейське водосховище забезпечує сталу водність в нижній ділянці річки Барабой. Тому в комплексі можна зробити висновок про позитивну роль Санжейського водосховища в забезпеченні проточності і поліпшенні якості вод нижньої течії р.Барабой. Проте, на відміну від водності, позитивність впливу на якість води значно менша.

Стосовно якості води, метод КІЗ дозволяє зробити висновок, що вода найбільше забруднена азотом нітритним і амонійним. Це свідчить про велике біогенне забруднення річки Барабой в цілому. Така ситуація обумовлена природними і антропогенними причинами. Забрудненість води біогенними сполуками викликана скиданням в р.Барабой стічних вод населених пунктів і агропідприємств, а також змивом з сільгоспугідь залишків мінеральних добрив і засобів захисту рослин, а також є результатом технологічних процесів при вирощуванні риби (внесення у воду добрив, тощо). Якість вод у аналізованих створах не відповідає існуючим рибогосподарським нормативам ГДК і тут не можна безпечно вести рибництво. Слід в першу чергу вжити заходів зі зниження біогенного забруднення води.

За наявними гідрохімічними даними ОДЕКУ було здійснено розрахунок екологічних індексів якості води вище і нижче Санжейського водосховища за 2009-2017 рр. по середнім і найгіршим значенням показників. Отримані дані (табл. Б.4, додаток В) свідчать, що за мінералізацією (СЗ) води водойми є солонуватими, мезогалинними. За окремими показниками фіксуються різні категорії якості води, але в підсумку за середніми значеннями показників екологічна якість вод не

змінюється по класу і відповідає 4-й категорії III класу якості води (за станом – задовільна, за чистотою – слабо забруднена). Але при цьому варто зазначити зменшення значення екологічного індекса з 4.00 вище водойми до 3,57 нижче водойми. В той же час за найгіршими значеннями показників якості води погіршується на категорію і відповідає 5-й категорії III класу (за станом – посередні, за чистотою – помірно забруднені). І при цьому інтегральний екологічний індекс зростає з 4,86 до 5,36 балів, або на 10%. Тобто, в періоди пікових рівнів забруднення вплив водосховища на гідроекологічний стан нижньої частини річки Барабой є негативним. Це ще раз підтверджує, що в сучасний період в умовах високого забруднення річки Барабой в нижній течії самоочисні можливості Санжейського водосховища є недостатніми для радикального вирішення проблеми. В такому випадку ведення рибництва тут є ризикованим через високу вирогідність заморів, що і підтверджено натурними даними вимірювань ОДЕКУ щодо кисневого режиму. Виходом з такого становища може бути розробка комплексу заходів по поліпшенню проточності Санжейського водосховища одночасно з розчисткою його акваторії і розширенням площ, які займають макрофіти – природний біологічний фільтр, який може ефективно очищати воду біологічним шляхом. Також слід докласти всіх зусиль щодо оздоровлення гідролого-гідрохімічного режиму річки Барабой і запобігання її забруднення з боку населених пунктів і агропромислового сектору. Лише за такої умови Санжейське водосховище за рахунок внутрішньоводоймних біомеліоративних процесів зможе забезпечити покращення гідроекологічного стану нижньої ділянки річки Барабой.

ВИСНОВКИ

Метод КІЗ дозволяє зробити висновок, що вода найбільше забруднена азотом нітритним і амонійним. Це свідчить про велике біогенне забруднення річки Барабой в цілому. Така ситуація обумовлена природними і антропогенними причинами. Забрудненість води біогенними сполуками викликана скиданням в р.Барабой стічних вод населених пунктів і агропідприємств, а також зливом з сільгоспугідь залишків мінеральних добрив і засобів захисту рослин, а також є результатом технологічних процесів при вирощуванні риби (внесення у воду добрив, тощо). Якість вод у аналізованих створах не відповідає існуючим рибогосподарським нормативам ГДК і тут не можна безпечно вести рибництво. Слід в першу чергу вжити заходів зі зниження біогенного забруднення води.

Екологічна оцінка якості води за середніми значеннями показала, що якість вод не змінюється по класу і відповідає 4-й категорії III класу якості води (за станом – задовільна, за чистотою – слабо забруднена). Але при цьому варто зазначити зменшення значення екологічного індекса з 4.00 вище водойми до 3,57 нижче водойми. В той же час за найгіршими значеннями показників якість води погіршується на категорію і відповідає 5-й категорії III класу (за станом – посередні, за чистотою – помірно забруднені). І при цьому інтегральний екологічний індекс зростає з 4,86 до 5,36 балів, або на 10%. Тобто, в періоди пікових рівнів забруднення вплив Санжейського водосховища на гідроекологічний стан нижньої частини річки Барабой є негативним.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Паспорт реки Барабой. – Одесса: Госкомводхоз Украины, 1992. – 180 с.
2. Атлас Одеської області. – Одеса: ДП «Картографія», 2002. – 80 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т.6. Описания рек и озер и расчёты основных характеристик их режима. Западная Украина и Молдавия (без бассейна р. Днестра) / Под ред. М.С. Каганера. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 490 с.
4. Правила эксплуатации Санжейского водохранилища. (Корректировка 2011). Государственный комитет Украины по водному хозяйству. Государственный проектно – изыскательский институт «Укрюжгипроводхоз». Шифр 11017.
5. Кулибабин А.Г. Экономический анализ современных проектов оптимизации водоподачи и водораспределения в орошении. – Одесса: Консалтинг, 1997. – 97с.
6. Клименко Л.П. Техноекологія: підручник для ВНЗ. - Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2000. - 304 с.
7. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод/ за ред. В.Д. Романенка. – К., 2006. – 435 с.
8. Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. – К.: Наукова думка, 2007. – 457 с.
9. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Гідрохімічний довідник: Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. – К.: Ніка центр, 2008. – 656 с.
10. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: Ніка центр, 2001. – 264 с.
11. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Москва. 1990г.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Фізико-хімічні показники вод вище і нижче Санжейського водосховища у 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

Дата	Т. °С	Прозорість. см	Мутність. мг/дм ³	Колір. по шкалі	Кольоровість. градуси	Рн	Ен. мВ
річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)							
17.06.2009	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
04.10.2009	17,3	10	44,7	коричневато-жовтий	н.д.	8,21	н.д.
29.01.2010	5,1	15	8,7	зелений	50	4,77	н.д.
17.04.2010	16	10	24,5	жовтий	26	8,65	н.д.
22.10.2010	11	21	н.д.	зеленувато-жовтий	14	8,4	н.д.
23.01.2011	1,43	41	18,7	зеленувато-жовтий	68	7,83	-142
17.04.2011	17,2	17	24,4	жовтувато-зелений	20	8,42	-54,3
18.01.2012	-0,36	24	27,8	зеленувато-жовтий	40	8,43	-140,5
10.02.2013	6,6	14,5	11,8	жовтувато-зелений	16	8,23	-125
15.02.2014	2,8	>45	9,92	коричневато-жовтий	26	7,9	120
22.02.2015	4,9	40	11,7	жовтувато-зелений	20	8,23	80,1
20.02.2016	4,2	37	6,67	жовтий	74	8,15	н.д.
05.03.2017	9	35	1	відсутній	46	7,48	н.д.
р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)							
18.06.2009	18	50	45,5	жовтий	н.д.	6,1	н.д.
08.10.2009	17,5	10	23	жовтувато-зелений	н.д.	7,61	н.д.
01.02.2010	3,8	41	3,9	зелений	40	7,32	н.д.
18.04.2010	8,4	20	10,4	жовтий	35	8,7	н.д.
16.10.2010	9	19	н.д.	жовтувато-зелений	31	7,9	н.д.
26.01.2011	1,68	19	12,7	зеленувато-жовтий	50	7,82	-28
18.04.2011	12,3	41	17,4	зелений	18	7,87	22,2
23.01.2012	4	41	5,4	зеленувато-жовтий	20	8,94	54
17.02.2013	4,86	>40	6,05	жовтувато-зелений	18	8,5	-112
16.02.2014	1,6	>45	3,29	зелений	24	7,87	132
23.02.2015	3,6	42	22,7	жовтувато-зелений	20	7,87	83,8
21.02.2016	3,8	42	9,65	коричневато-жовтий	76	8,14	н.д.
06.03.2017	7,1	>42	6	відсутній	44	7,66	н.д.

Таблиця А.2 – Органолептичні показники вод вище і нижче Санжейського водосховища у 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

Дата	Запах		Смак		Пінистість	Загнивання	Стабільність
	Характер	Інтенсивність	Характер	Інтенсивність			
річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)							
17.06.2009	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
04.10.2009	невизначений	1	солоний	1	-	-	н.д.
29.01.2010	невизначений	1	солоний	2	-	-	75
17.04.2010	травянистий	1	солний	3	-	-	50
22.10.2010	землистий	1	солонуватий	1	-	-	>80
23.01.2011	відсутній	0	відсутній	0	-	-	>80
17.04.2011	невизначений	1	гіркуватий	1	-	-	>80
18.01.2012	землистий	1	гіркий-1	1	-	-	>80
10.02.2013	землистий	1	болотний	2	-	-	>80
15.02.2014	невизначений	1	хлорний	3	-	-	>80
22.02.2015	пліснявий	4	відсутній	0	-	-	99
20.02.2016	болотний	2	гіркий-1	1	-	-	99
05.03.2017	болотний	2	солонуватий	3	-	-	99
р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)							
18.06.2009	болотний	1	відсутній	0	-	н.д.	н.д.
08.10.2009	болотний	4	солодкий	4	-	-	н.д.
01.02.2010	невизначений	1	солонуватий	3	-	-	>80
18.04.2010	пліснявий	1	пліснявий	3	-	-	>80
16.10.2010	гнилий	3	солонуватий	1	-	-	>80
26.01.2011	відсутній	0	гіркуватий	4	-	-	>80
18.04.2011	землистий	1	гіркуватий	2	-	-	>80
23.01.2012	невизначений	1	солонуватий	2	-	-	>80
17.02.2013	невизначений	1	болотний	1	-	-	>80
16.02.2014	затхлий	2	хлорний	4	-	-	>80
23.02.2015	деревянистий	1	болотний	1	-	-	99
21.02.2016	рибний	2	солоний	1	-	-	99
06.03.2017	болотний	1	відсутній	0	-	-	99

Таблиця А.3 – Вміст розчиненого кисню і показника БСК₅ вод вище і нижче Санжейського водосховища у 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

Дата	[O ₂], мг/дм ³	[O ₂],% насичення	БСК ₅ мгО/дм ³
річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)			
17.06.2009	н.д.	н.д.	н.д.
04.10.2009	19,5	203	9,3
29.01.2010	14,2	113	3,04
17.04.2010	23,8	243	10,9
22.10.2010	15,5	139	4,36
23.01.2011	7,71	54,9	4,59
17.04.2011	15,3	160	12
18.01.2012	20,3	137	3,35
10.02.2013	14,7	120	4,33
15.02.2014	16,4	121	4,17
22.02.2015	17,9	139	5,1
20.02.2016	13,4	102	3,69
05.03.2017	29,9	259	22
р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)			
18.06.2009	13,3	188	8,5
08.10.2009	1,52	15,7	1,52
01.02.2010	18	139	10,1
18.04.2010	6,74	57,2	0,91
16.10.2010	4,96	43,1	1,35
26.01.2011	7,14	51,1	4,48
18.04.2011	2,34	21,8	0,14
23.01.2012	13,9	106	4,9
17.02.2013	10,7	83	3,33
16.02.2014	12	85,2	2,38
23.02.2015	14,7	111	2,98
21.02.2016	10,3	78,1	0,41
06.03.2017	15,6	130	7,25

Таблиця А.4 – Вміст головних іонів у воді вище і нижче Санжейського водосховища у 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

Дата	Загальна твердість, мг екв/дм ³	Кальцій (Ca ²⁺), мг/дм ³	Магній (Mg ²⁺), мг/дм ³	Натрій і калій (Na ⁺ +K ⁺), мг/дм ³	Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻), мг/дм ³	Сульфати (SO ₄ ²⁻), мг/дм ³	Хлориди (Cl ⁻),
річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)							
18.01.2012	30,5	88,2	103	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
10.02.2013	30,3	391	131	н.д.	244	н.д.	н.д.
15.02.2014	27,7	251	184	н.д.	397	55	496
22.02.2015	30,1	290	362	н.д.	595	н.д.	н.д.
20.02.2016	26,6	184	211	н.д.	369	24,8	567
05.03.2017	14,8	118	108	246	403	114	555
р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)							
23.01.2012	31	78,2	140	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
17.02.2013	32,3	346	182	н.д.	198	н.д.	н.д.
16.02.2014	30,2	295	189	н.д.	342	55	647
23.02.2015	26,8	315	134	н.д.	387	н.д.	н.д.
21.02.2016	22,5	146	185	н.д.	326	19,4	656
06.03.2017	15	119	110	84	476	82,4	314

Таблиця А.5 – Мінералізація (сухий і прокалений залишок) та вміст органічних речовин у воді вище і нижче Санжейського водосховища у 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

Дата	Сухий залишок, г/дм ³	Прокалений залишок, г/дм ³	Валовий вміст органіки у воді, %
річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)			
17.06.2009	н.д.	н.д.	н.д.
04.10.2009	3,53	2,85	19,1
29.01.2010	4,87	3,94	19,1
17.04.2010	3,09	2,5	19,1
22.10.2010	3,16	2,73	13,6
23.01.2011	3,21	2,64	17,9
17.04.2011	3,44	2,73	20,7
18.01.2012	3,72	2,64	29,1
10.02.2013	3,22	2,78	13,9
15.02.2014	3,04	2,46	19,2
22.02.2015	3,6	3,02	16,1
20.02.2016	3,24	2,86	11,7
05.03.2017	3,52	3	14,8
р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)			
18.06.2009	2,68	2,21	17,5
08.10.2009	2,15	1,77	17,6
01.02.2010	2,09	1,72	17,5
18.04.2010	4,98	4,1	17,6
16.10.2010	0,923	0,459	50,3
26.01.2011	3,3	2,7	18,4
18.04.2011	4,03	3,1	22,9
23.01.2012	3,18	2,74	13,9
17.02.2013	3,63	3,11	14,2
16.02.2014	3,51	3,04	13,4
23.02.2015	3,75	3,08	17,9
21.02.2016	3,08	2,73	11,1
06.03.2017	3,26	2,86	12,3

Таблиця А.6 – Вміст біогенних речовин у воді вище і нижче Санжейського водосховища у 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

Дата	Нітрити (NO ₂ ⁻), мгN/дм ³	Нітрати (NO ₃ ⁻), мгN/дм ³	Амоній (NH ₄), мгN/дм ³	Фосфати (PO ₄ ³⁻), мгP/дм ³
річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)				
17.04.2010	0,37	2,29	8,29	н.д.
18.01.2012	0	5,3	0	0,103
10.02.2013	0,173	0,387	0,233	0,141
15.02.2014	1,09	77,1	4,39	0,098
22.02.2015	0,093	17,6	1,61	0,075
20.02.2016	0,495	5,12	39,3	0,242
05.03.2017	0,436	7,02	0,09	0,03
р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)				
18.04.2010	0	1,42	3,91	н.д.
23.01.2012	0,072	2,51	0,074	0
17.02.2013	0,156	0,39	0	0,034
16.02.2014	1,16	71,9	5,51	0,064
23.02.2015	0,113	8,69	28,9	0,016
21.02.2016	0,465	4,98	26,9	0,152
06.03.2017	0,047	1,17	0,719	0,03

Таблиця А.7 – Оцінка токсичності води (біотестування) та вміст сапрофітних мікроорганізмів у воді вище і нижче Санжейського водосховища у 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

Дата	Токсичність води				Сапрофітні бактерії, тис кл/см ³
	Хронічна форма		Гостра форма		
	Показник відхилення від контролю, А, %	Характеристика	Показник відхилення від контролю, А, %	Ступінь забруднення	
річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)					
17.04.2011	14,9	не токсична	н.д.	н.д.	н.д.
18.01.2012	26,6	слабо токсична	н.д.	н.д.	н.д.
10.02.2013	24	слабо токсична	н.д.	н.д.	918
15.02.2014	38	слаботоксична	н.д.	н.д.	238
22.02.2015	189	вельми токсична	0,02	відсутнє	1841
20.02.2016	5,25	не токсична	0,37	середнє	503
05.03.2017	17,3	не токсична	0,62	середнє	630
р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)					
18.04.2011	12,3	не токсична	н.д.	н.д.	н.д.
23.01.2012	4,85	не токсична	н.д.	н.д.	н.д.
17.02.2013	12	не токсична	н.д.	н.д.	1015
16.02.2014	32	слабо токсична	н.д.	н.д.	1808
23.02.2015	410	вельми токсична	0	відсутнє	1250
21.02.2016	36,2	слабо токсична	0,48	середнє	684
06.03.2017	26,7	слабо токсична	0,46	середнє	793

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Кратність перевищення рибогосподарських нормативів ГДК у воді р.Барабой вище і нижче Санжейського водосховища у 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

Дата	O ₂	БСК ₅	Сухий залишок	Нітриги	Нітрати	Амоній	Фосфати	Кальцій	Магній	Нагрій і калій	Сульфати	Хлориди
річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)												
17.06.2009												
04.10.2009	0,31	4,13	3,53									
29.01.2010	0,42	1,35	4,87									
17.04.2010	0,25	4,84	3,09	18,5	0,25	21,3						
22.10.2010	0,39	1,94	3,16									
23.01.2011	0,78	2,04	3,21									
17.04.2011	0,39	5,33	3,44									
18.01.2012	0,30	1,49	3,72	0	0,58	0,00	0,10	0,49	2,58			
10.02.2013	0,41	1,92	3,22	8,65	0,04	0,60	0,14	2,17	3,28			
15.02.2014	0,37	1,85	3,04	54,5	8,47	11,3	0,10	1,39	4,6		0,55	1,65
22.02.2015	0,34	2,27	3,6	4,65	1,93	4,13	0,08	1,61	9,05			
20.02.2016	0,45	1,64	3,24	24,8	0,56	101	0,24	1,02	5,28		0,248	1,89
05.03.2017	0,20	9,78	3,52	21,8	0,77	0,23	0,03	0,66	2,7	1,45	1,14	1,85

р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)												
18.06.2009	0,45	3,78	2,68									
08.10.2009	3,95	0,68	2,15									
01.02.2010	0,33	4,49	2,09									
18.04.2010	0,89	0,40	4,98	0	0,16	10,0						
16.10.2010	1,21	0,60	0,923									
26.01.2011	0,84	1,99	3,3									
18.04.2011	2,56	0,06	4,03									
23.01.2012	0,43	2,18	3,18	3,6	0,28	0,19	0,00	0,43	3,50			
17.02.2013	0,56	1,48	3,63	7,8	0,04	0,00	0,03	1,92	4,55			
16.02.2014	0,50	1,06	3,51	58	7,90	14,1	0,06	1,64	4,73		0,55	2,16
23.02.2015	0,41	1,32	3,75	5,65	0,95	74,1	0,02	1,75	3,35			
21.02.2016	0,58	0,18	3,08	23,3	0,55	69	0,15	0,81	4,63		0,19	2,19
06.03.2017	0,38	3,22	3,26	2,35	0,13	1,84	0,03	0,66	2,75	0,49	0,82	1,05

Таблиця Б.2 – Статистично узагальнена оцінка якості вод вище і нижче Санжейського водосховища (риб-госп) по методу КІЗ за даними ОДЕКУ у 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)												
річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)												
$n = 12, n' = 10, K = 83\%, КІЗ = \sum S_i = 67$ балів, $ПКІЗ = \sum S_i/n = 5,58$ балів; клас якості вод - IV б) – «дуже брудна»												
Показник	O ₂	БСК ₅	[ΣM]	[NO ₂ ⁻]	[NO ₃ ⁻]	[NH ₄]	[P _{min}]	[Ca ²⁺]	[Mg ²⁺]	Na ⁺⁺ K ⁺	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]
ГДК (мг/дм ³)	6	2,25	1000	0,02	9,1	0,39	1	180	40	170	100	300
N _i	12	12	12	7	7	7	6	6	6	1	3	3
N _{ГДК}	0	12	12	6	2	4	0	4	6	1	1	3
N _i =100*N _{ГДК} /N _i , %	0	100	100	85,7	28,5	57,1	0	66,7	100	100	33,3	100
Оцінний бал	1	4	4	4	2	4	1	4	4	4	3	4
K _i =C _i /C _{ГДК}	0,38	3,21	3,47	18,9	1,8	19,7	0,11	1,22	4,58	1,45	0,65	1,79
Оцінний бал	1	2	2	3	1	3	1	1	2	1	1	1
Узаг. бал S _i	1	8	8	12	2	12	1	4	8	4	3	4
р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)												
$n = 12, n' = 9, K = 75\%, КІЗ = \sum S_i = 59$ балів, $ПКІЗ = \sum S_i/n = 4,92$ балів; клас якості вод - IV б) – «дуже брудна»												
Показник	O ₂	БСК ₅	[ΣM]	[NO ₂ ⁻]	[NO ₃ ⁻]	[NH ₄]	[P _{min}]	[Ca ²⁺]	[Mg ²⁺]	Na ⁺⁺ K ⁺	[SO ₄ ²⁻]	[Cl ⁻]
ГДК (мг/дм ³)	6	2,25	1000	0,02	9,1	0,39	1	180	40	170	100	300
N _i	13	13	13	7	7	7	6	6	6	1	3	3
N _{ГДК}	3	8	12	6	1	5	0	3	6	0	0	3
N _i =100*N _{ГДК} /N _i , %	23	61,5	92,3	85,7	14,2	71,4	0	50	100	0	0	100
Оцінний бал	2	4	4	4	2	4	1	4	4	1	1	4
K _i =C _i /C _{ГДК}	1,01	1,64	3,1	14,4	1,42	24,1	0,05	1,21	3,91	0,49	0,52	1,79
Оцінний бал	1	1	2	3	1	3	1	1	2	1	1	1
Узаг. бал S _i	2	4	8	12	2	12	1	4	8	1	1	4

Таблиця Б.3 – Підсумкова таблиця оцінки якості води р. Барабой вище і нижче Санжейського водосховища за методом КІЗ в період 2009-2017 рр. (дані ОДЕКУ)

n	n'	K,%	КІЗ	ПКІЗ	Клас якості	ЛОЗ
річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)						
12	10	83	67	5,58	IV б - дуже брудна	нітрити, амоній
р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)						
12	9	75	59	4,92	IV б - дуже брудна	нітрити, амоній

Таблиця Б.4 – Екологічна оцінка якості вод р. Барабой вище і нижче Санжейського водосховища, 2009-2017 рр.

Точка	річка Барабой - с. Доброолександрівка (вище Санжейського водосховища)		р.Барабой - с.Барабой (нижче Санжейського водосховища)	
	Сер знач.	Найг. знач.	Сер знач.	Найг. знач.
Клас	солонуваті	солонуваті	солонуваті	солонуваті
Категорія	β -мезогалинні	β -мезогалинні	β - мезогалин ні	β - мезогалинн і
СЗ	3	3	3	3
ПЗ	4	6	4	7
СГ	3	3	3	4
SO ₄ ²⁻	1	1	1	1
pH	2	6	2	7
O ₂ , мг/дм ³	1	2	1	7
O ₂ , %	6	6	3	7
БСК ₅	6	7	4	6
NO ₂	7	7	7	7
NO ₃	7	7	7	7
NH ₄	7	7	7	7
PO ₄	5	6	3	5
Сапрофіт и	1	2	2	2
Мутність	3	5	3	5
Ie	4,00	4,86	3,57	5,36
Клас (катего- рія)	III (4)	III (5)	III (4)	III (5)
Стан	задовільні	посередні	задовільні	посередні
Чистота	слабко забруднені	помірно забруднені	слабко забруднені	помірно забруднені
Троф- ність	евтрофні	ев-політрофні	евтрофні	ев- політрофні
Сапроб- ність	β'' -мезосапробні	α' -мезосапробні	β'' - мезосапро бні	α' - мезосапроб ні

